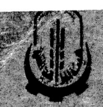
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

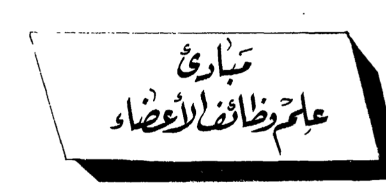
هيئة المعاهد الفنية



مبادئ علم وظائف الأعضاء

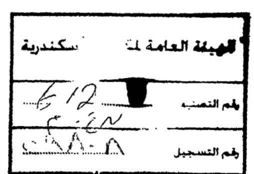
تأليف

د. ... النعيمي　　　د. محسن رزاق عبد العباس


مبادئ
علم وظائف الأعضاء

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة المعاهد الفنية





مبادئ علم وظائف الأعضاء

تأليف

د. محمد جياد النعيمي
دكتوراه فزيولوجي
رئيس فرع الفزيولوجي
كلية طب المستنصرية

محسن رزاق عبد العباس
ماجستير فزيولوجي
مدرس مساعد
المعهد الطبي الفني/ بغداد

الاهداء

الى طلبتنا الاعزاء

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

بتكليف من هيئة المعاهد الفنية فقد تم تأليف الطبعه الاولى من كتاب مبادئ علم وظائف الاعضاء الذي وضع بحجم محدود وبما يتفق ومفردات المنهج المقرر لطلبة المعهد الطبي الفني / قسم التأهيل الطبي .

لقد استندنا في ترجمة المصطلحات على المعجم الطبي الموحد الذي قرره اتحاد الاطباء العرب ، علما انه تمت الاستعانه ببعض المعاجم الاخرى لاغراض الترجمة اللغوية فضلا عن الاجتهاد الشخصي في ترجمة بعض الكلمات والمصطلحات الحديثة والتي لم يرد ذكرها في المعاجم .

كما قد ساهم كل من الدكتور طارق العبيدي والسيد حسن النجار (شعبة الحاسبة الالكترونية لفرع الفزيولوجي / طب المستنصرية) في وضع برنامج لفهرست المصطلحات باستعمال جهاز الحاسوب . مسجلين لهم شكرنا .

نأمل في ان يكون هذا الكتاب المتواضع وحده مضافه الى المكتبة العراقية والعربية لخدمة مسيرة تعريب العلوم الطبية .

ونرجو من جميع الزملاء تزويدنا بملاحظاتهم ونقدهم البناء للافادة منها في الطبعة القادمة .

ومن الله التوفيق ..

الفصل الأول
الخلية

المقدمة
شكل الخلية وحجمها
وظائف الخلية
مكونات الخلية
انقسام الخلية
الية النقل خلال غشاء الخلية
الانتشار
التناضح
النقل الفعال
الالتقام الخلوى
الترشيح

الخلية The Cell

المقدمة :

تغير مفهوم الخلية خلال القرون الثلاثة الاخيرة اي بعد اكتشاف روبرت هوك لحجيرات الفلين في عام ١٦٦٥ م حيث تبعت ذلك سلسلة من الاكتشافات على ايدى الكثير من العلماء ووضعت عدة تعاريف للخلية وقد ارتأينا ان نضع اكثرها شمولا وملاءمة . فالخلية هي الوحدة الاساسية للبناء والوظيفة تتكون من كتلة من البروتوبلازم (الجبلة) محاطة بغشاء نصف نفوذ (Semipermeable membrane)تحتوى على نواة واحدة او اكثر على الاقل في احد اطوار حياتها .

فقد نجد خلايا تفقد نواتها اثناء نضجها مثل كريات الدم الحمر . وبالرغم من ان الخلايا في المخلوقات الراقية تعتمد نوعا ما بعضها على البعض بصورة أو باخرى الا ان كل خلية تبقى محتفظة بالمعلومات اللازمة للقيام بكل الوظائف الحياتية في نواتها والخلية التي تفقد نواتها فضلا عن كونها تفقد قدرتها على التكاثر قد تبقى حية بعض الوقت فقط لان النواة قامت بتصنيع كل ماهو ضروري لاستمرار حياتها قبل ان تختفي .

شكل الخلية وحجمها :ـ تختلف الخلايا بعضها عن البعض من ناحيتي الحجم والشكل . والتغاير في شكل الخلية هو محصلة للشد السطحي والضغط الخارجي ومثال ذلك الخلايا المتقرنة في الجلد التي تأخذ شكلا حرشفيا وذلك لتضاغطها بعضها مع بعض .

اما خلايا العضلات الملساء والتي توجد في جدران الاعضاء المجوفة مثل المعدة والامعاء والمثانة فانها مغزلية الشكل وهذا يسهل من حركتها التمعجية بينما تتخذ الخلايا البلاعم (Macrophages) شكلا اميبيا حيث تمتد بروزات قدمية من البروتوبلازم تشبه اقدام الاميبا الكاذبة وتساعدها هذه الاقدام الكاذبة في احاطة الجسم الغريب والتهامة . كذلك فأن احجام الخلايا ليست متماثلة وتعتبر اكبر خلية في جسم الانسان هي البويضة حيث يصل قطرها الى مايقارب المئة مكروميتر

(Micrometer) بينما يبلغ قطر كرية الدم الحمراء الناضجة ٧ ـ ٨ مكروميتر . اما الخلايا العصبية فلها امتدادات قد يصل طولها الى اكثر من متر واحد .

وظائف الخلية :ـ لاتخلو وظائف الخلية من التباين . فالكائن الوحيد الخلية يمكنه القيام بكل الوظائف الضرورية للحياة مثل الامتصاص ،والاستقلاب ، والتنفس ، والتكاثر ، والافراز ، والافراغ ، والتنبية .... الخ . اما الخلايا في المخلوقات الراقيه مثل الانسان فهي اكثر تخصصا من الناحية الفزيولوجية والامثلة على ذلك كثيرة فخلايا الدم البيضاء فضلا عن كونها تقوم بالفعاليات الاساسية لديمومتها الا ان وظيفتها الاساسية هي الدفاع عن الجسم . لكن هذا لايعني ان الخلايا المتخصصة تقوم بوظيفة واحدة . فخلايا الكبد على سبيل المثال تؤدي وظائف متعددة مثل صناعة البروتينات وخزن الغليكوجين وازالة سمية كثير من المواد الضارة والادوية ... الخ ويمكن ان نخلص الى القول ان الخلايا في الكائن الحي بوصفها وحدة واحدة تقوم بوظائف متكاملة ومترابطة لديمومة الكائن الحي وبقاء النوع .

عمر الخلية :ـ تتباين الخلايا في طول اعمارها وحسب تباين تخصصها الفزيولوجي فالخلايا العصبية مثلا وهي خلايا ذات تخصص عال تتميز بطول عمرها حيث لاتعوض عند فقدانها اما خلايا بطانة الامعاء فتمتاز بعمرها القصير وتستبدل بصورة دورية خلال فترات قصيرة .

وكذلك تختلف النسب الوزنية للمركبات الكيمياوية التي تدخل في تركيب الخلية من خلية الى اخرى ومن نسيج الى نسيج وحتى في الخلية الواحدة ذاتها من وقت لاخر .

من كل هذه المقدمة يظهر انه من الصعب وضع نموذج قياسي لدراسة الخلية وذلك للتباين الشديد في الشكل والحجم والعمر والوظيفة والتركيب الكيمياوي وان ماينطبق على خلية ما قد لاينطبق على خلية اخرى حتى في نفس الكائن او في نفس النسيج .

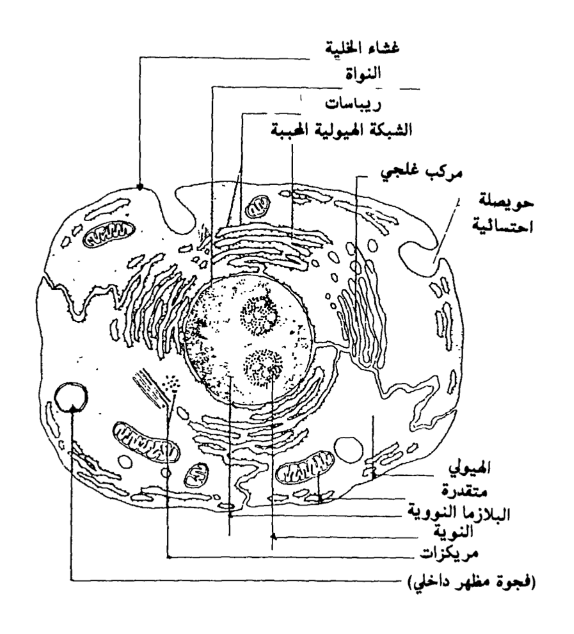
مكونات الخلية :ـ تتكون الخلية بصورة رئيسة من غشاء الخلية (Cell membrane) والميولى (Cytoplasm) والنواة (Nucleus) والشكل التخطيطي (١) يوضح مكونات الخلية الحيوانية النوذجية بصورة تفصيلية .

أ . غشاء الخلية يحيط بالخلية وهو غشاء نصف نفوذ ، ويتميز بالانتخابية اي ان حركة المواد والمركبات عبره ليست حرة . حيث يسمح بمرور بعض المواد من خلاله بحرية بينما يعرقل مرور مواد اخرى من خلاله او يمنعها . فضلا عن عمله واقيا للخلية حيث يحافظ على محتوياتها فله القابلية على تعويض الاجزاء التالفه منه.

يظهر غشاء الخلية تحت المجهر المركب على شكل خيط رفيع جدا وباستخدام المجهر الاكتروني فأن تفاصيل اكثر دقة عن غشاء الخلية اصبحت معروفة حيث يظهر مكونا من ثلاث طبقات الوسطى منها فاتحة اللون وتتكون من الشحوم بينما يكون البروتين طبقتيه الخارجية والداخلية الداكنتي اللون . ويبلغ سمك الطبقة الشحمية (٣٠) انغستروم (Angstron) بينما يبلغ سمك كل من طبقتي البروتين ٢٥ انغستروم . ويحتوى غشاء الخلية على مسام (Pores) تؤدي تأثيرا في حركة المواد الانتخابية خلاله .

وغشاء الخلية قد لايكون منتظما في بعض انواع الخلايا كما هو الحال في خلايا بطانة الامعاء الدقيقة حيث تمتد من هذا الغشاء بروزات اصبعية الشكل تسمى بالزغيبات (Micro villi) وذلك لتزيد من المساحة التي تتم خلالها عملية الامتصاص .

ب . الهيولي :ـ يشغل الهيولي الحيز الكائن بين غشاء الخلية وغشاء النواة . وهو سائل غروي نصف شفاف مختلف الكثافة حتى في الخلية الواحدة ذاتها من وقت لاخر وتقسم محتويات الهيولي الى مجموعتين :ـ



الشكل (١)

خلية حيوانية نموذجية

١ . الاشتالات (Inclusions) وهي مركبات غير حية اغلبها ينتج من النشاط الخلوى وتشمل هذة المجموعة على قطيرات شحمية (Lipid droplets)تلاحظ بصورة خاصة في النسيج الدهني كمخزون للطاقة . وقد تتجمع هذه القطيرات لتكون كتلة كبيرة تحتل معظم حجم الخلية دافعة بذلك النواة نحو المحيط .

الفليكوجين (Glycogen)وهو سكر معقد التركيب يوجد بشكل خاص في خلايا الكبد والعضلات ويتحلل الى سكريات احاديه تحت تأثير بعض الهرمونات عند هبوط مستوى السكر في الدم لكي يستخدم كطاقة .

الحبيبات (Secretory granules)التي توجد بصفة خاصة في الخلايا الغدية والحبيبات الصباغية (Pigmentory granules)واهمها صبغة الملانين والتي تعطي الجلد لونه .

٢ . العضيات -: (Organelles)تمثل اجزاء متخصصة من المادة الحية تقوم بوظائف معينة وتشمل :-

أ . المتقدرات (Mitochondria):- تشكل المتقدرات واحدة من اهم عضيات الهيولي حيث تقوم بانتاج الطاقة وتؤدي وظيفة رئيسة في تنفس الخلية . تحاط المتقدرة بغشاء مزدوج يبلغ سمكه ٤٠ انفستروم وبفضل سلسلة من الانظيمات (Enzymes)المحتواة داخل المتقدرة يمكن ان تقوم بعملية الهدم الكامل الحيهوائي (Aerobic)للمواد الغذائية الى مكوناتها النهائية وهي ثاني اكسيد الكربون والماء ويتحرر نتيجة لهذه التفاعلات مقدار من الطاقة يخزن في اواصر كيمياوية في مركب اتب (ادينوسين ثلاثي الفسفات ATP) وعند حاجة الخلية الى تلك الطاقة تنفصل مجموعة فسفات واحدة او مجموعتان من هذا المركب وتتحرر الطاقة المخزونة في الاواصر الكيمياوية . ويتباين عدد المتقدرات حسب نشاط الخلايا وفعاليتها تحتوى خلايا الكبد على عدد كبير من المتقدرات لكونها خلايا ذات فعالية هائلة .

ب . الشبكة الهيولية الباطنة (Endoplasmic Reticulum): تتكون هذه الشبكة من مجموعة من الاقنية او النبيبات المتصلة بعضها مع البعض ومغلفة بغشاء مزدوج . وقد تنتشر الريباسات (Ribosomes)على سطوح بعض اقنيتها مما يعطيها مظهرا محببا فتسمى بالشبكة الهيولية الباطنة المحببة او الخشنة

Granular (Rough) Endoplasmic Rreticulum

ولذلك فأن هذا النوع من الشبكة الهيولية الباطنة يوجد بصورة واضحة في الخلايا الغدية . اما الشبكة الهيولية الباطنية غير المحببة او الملساء

Agraular (Smooth) Endoplasmic Reticulum

اي التي لاتنتشر على سطحها الريباسات فتؤثر تأثيرا مهما في استقلاب الشحوم (Fat Metabolism)وزالة السمية (De toxification)والشبكة الهيولية الباطنة توفر قنوات اتصال بين اجزاء الخلية وكذلك بين غشاء النواة وغشاء الخلية .

ج. الريباسات: هي اجسام صغيرة كروية او مضلعة تتكون من حمض نووي ريبي (رنا) (ribonucleic acid (RNAمتحد مع البروتين ويعتقد بأن الوحدات المكونة للريباسات تصنع في النويه ثم تخرج الى الهيولي . وقد توجد الريباسات في الهيولي بصورة طليقه او ملتصقة بالشبكة الهيولية الباطنة . وعمل الريباسات يتلخص بصناعة البروتين .

د. الجسيمات الحالة (Lysosomes): يتراوح قطر الجسم الحال بين ٢٥ر٠ - ٥٠ر٠ مكروميتر . وتعتبر هذه الاجسام اجهزة هضم داخل الخلية حيث تقوم بتحليل المركبات الغذائية المعقدة الى مكوناتها البسيطة فمثلا تحول البروتينات الى حمضينات والسكريات المعقدة الى سكريات بسيطة احادية والدهون الى حموض دهنية . وبصورة عامة تؤدي الاجسام الحالة وظيفتها كما يأتي :-

١. الهضم داخل الخلية فعند اقتراب جسم غريب من الخلية ينبعج غشاء الخلية باتجاه الهيولي مكونا فجوة (Vacuole)تحتوى الجسم الغريب داخل الهيولي ثم يتحد الجسم الحال بهذه الفجوة وتقوم الانظيمات الخاصة بعملية الحلمهة (Hydrolysis)وبهذه الصورة يهضم ذلك الجسم الغريب .

٢. الانهضام الذاتي (Autodigestion)حيث تقوم الجسيمات الحالة بهضم عضيوات الهيولي ويتم استخدام مكوناتها مصدرا للطاقة او لتصنيع عضيوات جديدة . وتحدث مثل هذه الظاهرة في حالة جوع الخلية .

٣. الانحلال الذاتي (Autolysis)ويحدث ذلك عند تلف غشاء الجسيم الحال مما يتسبب في انطلاق الانظيمات بحرية في داخل الخلية حيث تقوم بهضم محتوياتها .

هـ . مركب غلجي (Golgi complex) تتخذ هذه الاجسام تشكيلا شبكيا ولها اغلفة مزدوجه وتوجد في الخلايا الافرازية مثل خلايا المشكلة (Pancreas) . تصنع البروتينات في الشبكة الهيولية الباطنة المحببه وتنتقل بوساطة حويصلات ناقلة الى مركبات غلجي والتي بدورها تقوم بتركيب هذه البروتينات بشكلها النهائي لتكون جاهزة لعملية الافراز .

و . الجسم المركزي (centrosome) :ـ يتكون من عصيبتين قصيرتين او بصورة ادق من اسطوانتين مجوفتين كل واحدة منها مغلقة من احد طرفيها ومفتوحة من الاخر . ويؤدي الجسم المركزي وظيفة في انقسام الخلية كما سيرد ذكره لاحقا في مراحل انقسام الخلية .

ح. النواة :ـ تعتبر اهم جزء في الخلية لبقاء الخلية على قيد الحياة . كما انها تنظم فعاليات الخلية وتسيطر عليها مثل النمو والتكاثر .

توجد النواة في جميع الخلايا تقريبا اما الخلايا التي تفقد نواتها (مثل الكريات الحمر) فتفقد قدرتها على النمو والانقسام وتصبح فعالياتها الحيوية محدودة جدا . تشغل النواة بصورة عامة ١٠ ـ ٢٠ ٪ من حجم الخلية . وتوجد في بعض انواع الخلايا اكثر من نواة واحدة مثل خلايا العضلات الهيكلية (متعددة النوى) تقع النواة بصورة عامة في مركز الخلية ولكن تندفع احيانا بعيدا عن المركز كما هو الحال في الخلية الدهنية لكون المادة الدهنية تحتل معظم الهيولي . يكون شكل النواة عادة كرويا او شبه كروي . ولكن في بعض الاحيان تكون مفصصه كما هو الحال في كريات الدم البيض العدلة (Neutrophil)٠ان انسب الاطوار لدراسة النواة هو الطور البيني والذي يمثل الفترة مابين انقسامين . تتكون النواة من غشاء النواة (Nucleolemma) والكروماتين (Chromatin)والنوية (Nucleolus)والبلازما النووية (Nucleoplasm) .

غشاء النواة :ـ قبل اكتشاف المجهر الالكتروني اعتقد ولوقت طويل ان غشاء النواة يتكون من طبقة واحدة تحيط بالنواة كليا وان مظهره تحت المجهر المركب شبيه بالخط الغامق الذي يحيط النواة . وبعد استعمال المجهر الالكتروني صار واضحا ان غشاء النواة يتكون من طبقتين سمك الواحدة منها ٧٠ انغستروم ويفصل بينهما فراغ يبلغ سمكه ٢٠٠ انغستروم وتقترب هاتان الطبقتان احداهما من الاخرى على

ابعاد منتظمة لتكون ثقوبا او فتحات في الغشاء ويعتقد بأن هذه الثقوب تؤثر تاثيرا مهما في عملية انتقال المواد بين النواة والهيولي . وتحتوى هذه الثقوب التي تعتبر قنوات اتصال على ليفات دقيقة يعتقد ان لها علاقة بتنظيم مرور المواد خلالها .
الكروماتين . وهو شبكة منتشرة خلال البلازما النووية ويمكن صبغه بالاصباغ القاعدية حيث يبدو ازرق داكنا .ويفقد هذه الخاصية عند معاملته بأنظيم دناز (Dnase)وهذا دليل على ان محتويات هذه المادة هو الحمض النووي الريبي (دنا)
deoxyribonucleic acid (DNA)

ولذلك ارتاينا ان نبدا بشرح تركيب هذا الحمض حيث يعتبر حمض دنا المنظم الاول لعملية انقسام الخلية وحفظ الخواص الوراثية وصناعة البروتينات والانظيمات ويعتبر ايضا المكيل الاساسي في تركيب الصبغيات (Chromosomes). ويتكون جزيء الدنا من سلسلتين متقابلتين من النوويدات (Nucleotides)تلتفان احداهما حول الاخرى بشكل حلزوني وترتبط هاتان السلسلتان باواصر هدر جينية . ويتكون النوويد من قاعدة نووية وسكر ديوكسي ريبوز الخماسي ومجموعة فسفور الحضينات القاعدية الداخلة في تركيب الدنا هي أدينين (Adenine)،وغوانين (Quanine) وسيتوزين (Cytosine)وثيمين (Thymine) . حيث تتصل قاعدة الغوانين بقاعدة السيتوزين في النوويد المقابل بوساطة ثلاثة اواصر هدرجينية بينما يتصل الادينين بالثيمين بوساطة زوج من الاواصر الهدرجينية ومما سبق ذكره فأن جزيء الدنا يكونان العمود الفقري للصبغي وكل صبغي يتكون من خيطين رفيعين يسمى كل منهما بالنوويد يلتقيان في منطقة التخصر في الصبغي والتي تدعى بالمريكز (Centriole). وكل نوويد يتكون من جزيء طويل جدا من الدنا والذي يرتبط ببعض البروتينات اهمها المستون (Histone)وعدد الصبغيات ثابت بالنسبة للنوع الواحد فهي في الانسان ٤٦ صبغيا باستثناء الخلايا الجنسية (الحيامن والبيوض) حيث تحتوى على نصف العدد من الصبغيات .

البلازما النووية :ـ محلول غروي نصف سائل يحتوى على مواد بروتينيه ويمثل الوسط الحيوى للتفاعلات داخل النواة وتنتشر خلاله المادة الكروماتينية ويحتوى على بعض الانظيمات الاساسية والحوض النووية مثل الرنا النقال (transfer RNA (tRNA)والرنا المرسال (mRNA) messenger RNA

يختلف تركيب الرنا (RNA)عن الدنا (DNA) لكونه مؤلفا من سلسلة واحدة فقط من النوويد ولايدخل في تركيب الصبغي او تقل المادة الوراثية كذلك فأن السكر في الرنا هو الريبوز (ribose)وتحل فيه قاعدة البوراسيل (uracil)محل قاعدة الثيمين في الدنا .

النوية :ـ وهي كتلة كروية غير محاطه بغلاف تتكون من قاعدة بروتينية والحمض النووي الرنا وتقوم النويه بصنع ألوحدات المكونة للريباسات وتختفي النوية عند انقسام الخلية . وقد تحتوى النواة على نويه واحد او اكثر .

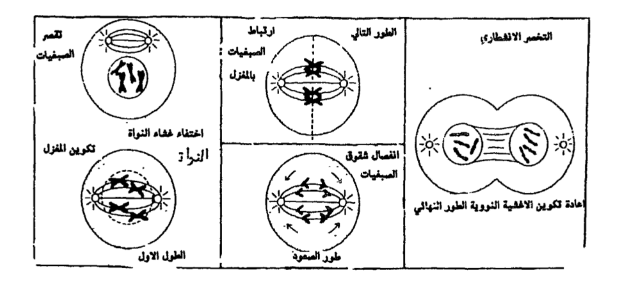
انقسام الخلية Cell – Division

تختلف سرعة انقسام الخلايا من نسيج الى اخر وبصورة عامة يوجد نوعان من الانقسام الخلوى هو الانقسام الفتيلي (Mitosis)والانقسام الانتصافي (Meiosis) تتكاثر الخلايا بوساطة الانقسام الانتصافي (الجسي) عند النمو وكذلك لتعويض الخلايا التالفة،ويحدث هذا الانقسام في كافة الحيونات ابتداء من الاميبا الى الانسان يتصف هذا النوع من الانقسام بتوليد خلايا مشابهة للخلية الام المولدة لها من حيث الشكل والنوع وعدد الصبغيات فيها حيث يتضاعف كل صبغي في الخلية مكوناً صبغيين متاثلين كأنها صبغي واحد وحال ابتداء عملية الانقسام يتباعد الصبغيان الواحد عن الاخر ويظهران منفصلين في الاطوار المتقدمة . وكما سبق ذكره فان كل خلية من خلايا جسم الانسان تحتوى على ٤٦ صبغيا بأستثناء الخلايا الجنسية (٢٣ صبغيا) تتضاعف هذه الصبغيات في فترة الانقسام فتصبح ٩٢ صبغياً وعندما تم عملية الانقسام تنقسم هذه الصبغيات الى مجموعتين متساويتين حيث تذهب كل مجموعة الى خلية .

تم عملية الانقسام الفتيلي بسلسلة مراحل متداخله ومتعاقبه بحيث لايوجد بينها اي توقف . واطوار الأنقسام الفتيلي موضحة في الشكل (٢) وهي كما يأتي :ـ

أ.الطور البيني (Interphase):ـ وفيه تقوم الخلية بمضاعفة ماتحتويه النواة من دنا الصبغيات (Chromosomal DNA)حيث ينشطر جزيء الدنا الى سلسلتين متوازيتين من شقي الصبغى (Chromotids) .

ب. الطــور الاول (Prophase):ـ تبـــدأ الصبعيـــات المتنسخـــة (replicated chromosomes) في هذا الطــور بـالالتفــاف حــول نفسهــا فيقصر طــولهــا . وينقسم الجسيم المركزي حيث تتبــاعــد عصيتـــاه وتبـــدأ ن بالحركة لتحتل كل عصية احد قطبي الخلية ومن هذه العصيـة تمتـد نبيبـات دقيقـة على شكل شعاع ثم تختفي النوية وكذلـك يختفي غشـاء النواة وتصبح الصبغيـات حرة في الهيولي ويستغرق هذا الطور ٣٠ ـ ٦٠ دقيقة في خلايا الانسان .



الشكل (٢)

اطوار الانقسام الفتيلي

ج. الطور التالي (Metaphase) تصطف الصبغيات في هذا الطور في وسط الخلية بشكل طولي حيث ينفصل شقا كل صبغي احدهما عن الاخر وذلك بانفصال جزيئة المركزي قليلا ويصبح كل شق لصبغي الان صبغيا حيث يلتف كل خيط مغزلي على صبغي واحد في القسم المركزي ويستغرق هذا الطور ٢ ـ ٦ دقائق.

د. الطور الصعودي (Anaphase):ـ تبدأ الصبغيات بالتباعد بعضها عن بعض وكأنها تسحب بخيوط المغزل نحو الجسيمين المركزيين في قطبي الخلية . كذلك فأن غشاء الخلية يبدأ بالتخصر ويستغرق هذا الطور ٣ ـ ١٥ دقيق .

هـ . الطور الأنتهائي (Telophase) :ـ تصل كل مجموعة من الصبغيات الى احد قطبي الخلية وتحاط بغشاء نووي وتظهر النوية ويكتمل تخصر غشاء الخلية بحيث يفصل الهيولي الى قسمين وبذلك تتكون خليتان متماثلتان منفصلتان . ويستغرق هذا الطور ٣٠ ـ ٦٠ دقيقة .

الانقسام الانتصافي :ـ لقد سمي بهذا الاسم لان عدد الصبغيات يختزل فيه الى النصف . وهو انقسامان متتاليان تفصل بينهما فترة استراحة . ويحدث هذا الانقسام عند تكوين الخلايا الجنسية كما هو مبين في الشكل (٣) :

الانقسام الانتصافي الاول (First Meiotic Division) :

ويختلف هذا الانقسام عن الانقسام الفتيلي بنقطتين اساسيتين هما :ـ

١ . ان الصبغيات في الطور الاول تصطف ازواجا متماثلة .

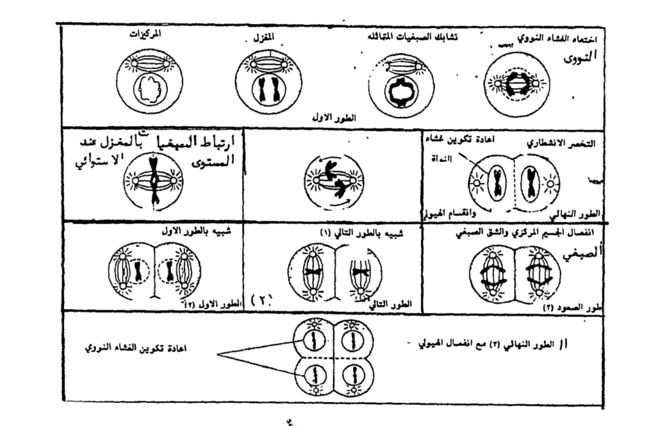
٢ . ان كل صبغي ينفصل عن مثيله وليس كما في الانقسام الفتيلي حيث ينفصل كل صبغي الى شقي الصبغي . وبهذه الطريقة يختزل عدد الصبغيات الى النصف في الانقسام الانتصافي الاول .

اما اطوار الانقسام الانتصافي الاول فهي :ـ

١ . الطور الاول وهو خمسة ادوار :

أ . الدور القلادي (Leptotene) تتضخم النواة في هذا الدور وكذلك النوية وتبدأ الصبغيات بالالتفاف كما تتكون خيوط شعاعية قصيرة جدا من الجسيم المركزي .

ب . الدور الأزدواجي (Zygote ne):ـ تقصر الصبغيات ثم تشكل ازواجا متماثلة في هذا الدور .



الشكل (٣)

اطوار الانقسام الانتصافي

جـ.الدور التغلظي (Pachyteno) : في هـذا الـدور تقصر الصبغيـات بصـورة اكثر وضوحا . ويظهر كل صبغي متكونا من شقي الصبغي اللذين يتلتقيـان في الجسيم المركزي .

د . الدور التضاعفي (Diplotene) : في هذا الدور تبدأ الصبغيات بالابتعاد قليلا بعضهـا عن بعض بـاستثنـاء منـاطق الالتحـام بين شقوق الصبغيـات وتـدعى هـذه المنـاطق بالتصـالبـات (Chiasmata)وهنـا تتم عملية تبـادل المواقع بين اجزاء شقي الصبغيين ويتم خـلال هـذه العمليـة انتقـال الصفـات الـوراثيـة وتـدعى هـذه بعملية العبور اودور التعابر (Crossing – over) .

هـ . الدور الحركي (Diakinesis) : وفيه يختفي الشكل التصالبي،لكن الصبغيات المتماثلة تبقى قريبة بعضها من بعض ثم تختفي النوية تدريجيا وكذلك غشاء النواة وتمتد خيوط المغزل منتظمة بين قطبي الخلية .

٢ . الطور التالي : تتخذ الصبغيات فيه مواضعها في مستوى الصفيحة الاستوائية للمغزل حيث تظهر الصبغيات مرتبطة بخيوط المغزل في منطقة اجزاءها المركزية .

٣ . الطور الصعودي ـ وفيه تبدء الصبغيات المتماثلة بالانفصال بعضها عن بعض متجمعة نحو قطبي الخلية .

٤ . الطور الانتهائي : وفيه تتجمع الصبغيات في قطبي الخلية ثم تحاط كل مجموعة بغشاء نووي ويبدأ الهيولي بـالانقسـام مما ينتج عنه خليتـان كل واحـدة منها تحتوى على نصف عدد الصبغيات الاصلية للخلية الام .

الانقسام الانتصافي الثـاني (Second meiotic Division)ويشبه الانقسام الفتيلي مع استثناء واحد هو ان الحمض النووي الدنا في هذا الانقسام لايتضاعف .

يتضح من الانقسام الانتصافي (الاول والثاني) تكون اربع خلايا من الخلية الام وكل خلية تحتوى على نصف عدد صبغيات الخلية الام .

ألية النقل خلال غشاء الخلية

Transport Mechanism Through The Cell Membrane

يكون السائل داخل الخلايا (Intra cellular fluid) ثلثي كمية الماء في الجسم اما السائل خارج الخلايا (Extracellular fluid)فيكون الثلث الباقي والذي يتألف بصورة رئيسة من السائل الخلالي (Interstitial Fluid)والسائل الوعائي (Vascular Fluid) وُالذي يشمل بلازما الدم (Blood Plasma)واللمف (Lymph) .

ان السائل الخلالي الذي تسبح فيه الخلايا يعمل وسيطا في نقل المواد الغذائية والاكسجين من الدم الى الخلايا ونقل مخلفات عملية الاستقلاب (الايض) (meta bolism) من الخلايا الى الدم ونتيجة لهذا النقل المتعاكس يحصل التوازن المائي . حيث ان المواد لاتنتقل مباشرة بين الدم والخلايا باستثناء خلايا الكبد (liver)والطحال (spleen) حيث يحصل تماس مباشر بين الشعيرات الدموية (Blood capillaries)وخلايا الكبد والطحال حيث تنتقل المواد مباشرة من الدم الى الخلايا وبدون وسيط .

ان الخلية تحاط بغشاء يسمى بغشاء البلازما (Plasma – membrane)ويفصل هذا الغشاء مكونات الخلية عن محيطها وهو غشاء نصف نفوذ يتحكم بدخول المواد الى الخلية وخروجها منها حيث يسمح لبعض المركبات بالنفوذ خلاله ولايسمح لاخرى.ولهذا السبب يوجد اختلاف في تراكيز مركبات سائل خارج الخلايا وسائل داخل الخلايا مثلا ان الشوارد الرئيسة الموجودة خارج الخلايا هي شوارد الصوديوم (Na_+) ذات الشحنة الموجبة وتركيزها يبلغ حوالي ١٤٢ مكافئا ميليا في اللتر وشوارد الكلوريد (Cl) ذات الشحنة السلبية وتركيزها يبلغ حوالي ١٠٣ مكافئاً ميليا في اللتر وشوارد البيكربُونات (HCO_3) ذات الشحنة السلبية وتركيزها يبلغ حوالي ٢٨ مكافئا ميليا في اللتر . اما الشوارد الرئيسة ذات الشحنة الموجبة داخل الخلايا هي شوارد البوتاسيوم (K^+) ويبلغ تركيزها حوالي ١٤١ مكافئا ميليا في التر وشوارد المغنزيوم (Mg^{2+})ويبلغ تركيرها حوالي ٥٨ مكافئا ميليا في اللتر ، اما الشوارد الرئيسة ذات الشحنة السلبية داخل الخلايا فتشمل الحضمينات (Amino acids)وتبلغ نسبتها ٢٠٠ ٪ ميلي غرام والكبريتات (So_4) ويبلغ تركيزها ٢٠ مكافئا ميليا في اللتر والفسفات (Po_4) ويبلغ تركيزها ٧٥ مكافئا ميليا في اللتر .

ان للاختلاف في مكونات مركبات السوائل خارج الخلايا وداخلها مهم جدا لادامة حياة الخلايا ويعود سبب الاختلاف في تراكيز السوائل للعمليات المختلفة في نقل المواد عبر غشاء الخلية وتشمل عمليتين رئيستين هما الانتشار (Diffusion)والنقل الفعال (Active Transport)

الانتشار

يمثل انتقال الجزئيات او الشوارد عبر الغشاء النفاذ من المنطقة التي يكون فيها تركيز تلك الجزئيات او الشوارد عاليا الى المنطقة التي يكون فيها تركيزها منخفضا . وتلك العمليات من النقل تعتمد كليا على الطاقة الحركية الطبيعية للجزيئات في تحريكها ولهذا تسمى بألية النقل المنفعلة (Passive Transpot Mechanism) وذلك لكونها لاتحتاج الى الطاقة المخزونة في الخلية لتحريك المادة . ولهذا فأن عملية النقل المنفعلة تشتمل على فرق التركيز والطاقة الحركية الطبيعية للجزيئات فقط . اما المعدل الحقيقي لمرور المادة خلال غشاء الخلية فيقرره العديد من العوامل ويشمل فرق التركيز على جانبي الغشاء حيث كلما كان فرق تركيز المادة على جانبي الغشاء كبيراً كان معدل الانتشار عاليا ـ كما ان نفوذية المادة تتناسب طرديا مع درجة الحرارة والمساحة السطحية للغشاء حيث يزداد معدل الانتشار مع الزيادة في درجة الحرارة والزيادة في المساحة السطحية للغشاء . كذلك ان معدل الانتشار يتناسب عكسيا مع سمك الغشاء وحجم الجزئيات حيث يقل معدل الانتشار مع الزيادة في سمك الغشاء وكذلك يقل معدل الانتشار كلما كان حجم الجزئيات كبيرا .

ان مرور المواد المختلفة عبر غشاء الخلية يحدث من خلال المسام في غشاء الخلية او من خلال ذوبانها في التركيب الدهني للغشاء او بالانتشار التسهيلي (Facilitated Diffusion) كما هو موضح في الشكل التخطيطي[٤] .

المرور عبر المسام :ـ ان المسام هي فتحات في غشاء الخلية يبلغ قطر كل منها ٨ انفستروم وتكون المسام نسبة $\frac{1}{C...}$ من المساحة الكلية لغشاء الخلية . ان الجزئيات التي احجامها اقل من حجم المسام تستطيع المرور بسهوله من خلالها مثل الماء واليوريا (urea) . وسرعة مرور الشوارد خلال المسام تعتمد على نوع شحنتها . ولكون المسام ذات شحنة موجبة لسببين رئيسين اولا لكونها توجد في التركيب البروتيني لغشاء الخلية ذي الشحنة الموجبة . وثانيا بسبب وجود شوارد الكلسيوم الموجبة والتي تبطن تلك المسام لهذا السبب فأن الشوارد ذات الشحنة الموجبة كشوارد الصوديوم تمر بصعوبة من خلال المسام موازنة مع شوارد الكلوريد ذات الشحنة السلبية .

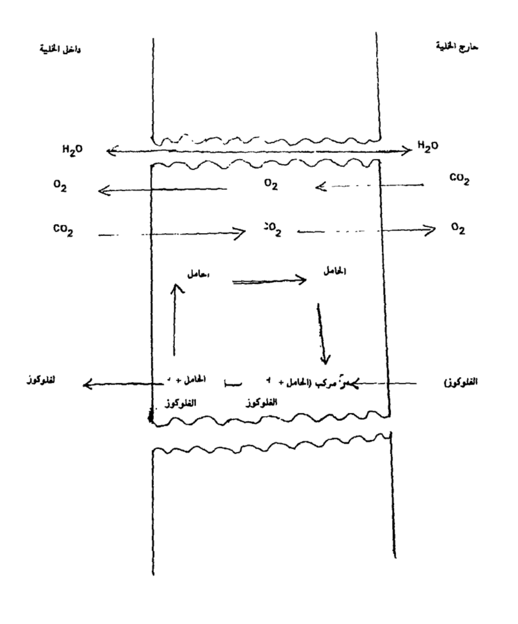
المرور من خلال الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية :ـ ومثال ذلك مرور الاكسجين وغاز ثاني اكسيد الكربون لكونها سريعي الذوبان في المواد الدهنية .

الانتشار التسهيلي او الانتشار بواسطة الحملة

Facilitated diffusion or carrier mediated diffusion

توجد العديد من المواد والتي احجام جزئياتها كبير اي اكبر من حجم المسام في غشاء الخلية فضلا عن ذلك انها عديمة الذوبان في التركيب الدهني المكون لجدار الخلية وبالرغم من ذلك فانها تنفذ الى داخل الخلية وهذا النوع من الانشار يتم بوساطة الحملة (Carriers) ويعتقد الباحثون بأن الحملة هي جزيئات بروتينية متخصصة وموجودة في غشاء الخلية. فمثلا ان نفوذ جزئيات الغلوكوز (سكر العنب) (Glucose) عبر غشاء الخلية يتم بوساطة الحملة وعلى الوجه الاتي . تتحد جزئية الغلوكوز مع حامل الغلوكوز (Glucose Carrier) الموجود على السطح الخارجي لغشاء الخلية ونتيجة لهذا الاتحاد يتكون مركب سهل الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية وبهذه الطريقة تصل جزئية الغلوكوز مع الناقل الى السطح الداخلي لغشاء الخلية حيث ينفصل عنها الناقل ليعود الى السطح الخارجي لغشاء الخلية ليعيد نفس العملية بينما تبقى جزئية الغلوكوز داخل الخلية . علما ان هرمون الانسولين الذي تفرزه المعثكله يؤثر تأثيرا اساسيا في عملية ادخال الغلوكوز الى الخلايا حيث يعتقد بانه يؤدي عمله اما عن طريق زيادة الحملة الخاصة بالغلوكوز او بتسريع عملية الاتحاد الكيمياوي بين الغلوكوز والحملة .

ومما تقدم يتضح ان معدل سرعة مرور المادة خلال غشاء الخلية بوساطة الانتشار التسهيلي يعتمد على فرق تركيز المادة على جانبي الغشاء وكمية الحملة في غشاء الخلية وكذلك على سرعة الاتحاد الكيمياوي بين الحملة وجزئيات المادة .



الشكل (٤)

يوضح انواع الانتشار

اولا : مرور الماء خلال المسام من الخلية واليها .

ثانيا : انتشار الاكسجين الى داخل الخلية وانتشار ثاني اكسيد الكربون الى خارج الخلية لكونها سريعي الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية .

ثالثا : نقل الفلوكوز بوساطة الحملة (الانتشار التسهيلي) .

التناضح Osmosis

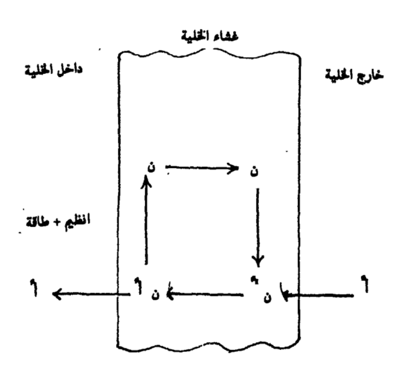
هو نوع من انواع الانتشار ويشمل انتقال الماء من خلال الغشاء نصف النفوذ الذي يفصل محلولين مختلفي التركيز حيث ينتقل الماء من المحلول ذي التركيز الواطيء الى المحلول ذي التركيز العالي مما يسبب زيادة في حجمه ويستمر جريان الماء حتى يتساوي تركيزا المحلولين على جانبي الغشاء .ومن الممكن وضع ضغط مائي على المحلول القوى بحيث يمنع امتصاص الماء من المحلول الضعيف ويسمى هذا الضغط بالضغط التناضجي (Osmotic Pressure) فمثلا في تكوين السائل الخلالي ان الشعيرات نفوذية للماء وغير نفوذية لبروتينات البلازما وبسبب ذلك فان بروتينات البلازما تولد ضغطا تناضحيا مقداره ٢٨ ميلي ميتر زئبق مما يؤثر تأثيرا مهما في تكوين السائل الخلالي لذلك من المهم جدا ان يكون سائل خارج الخلايا بتركيز معين بحيث يجب ان يتعادل الضغط التناضحي في خارج الخلايا مع ما في داخلها .

اذا كان تركيز السوائل على جانبي الغشاء متساويا كما الحال في خلايا الدم والبلازما فيسمى المحلول محلولا اسوى التوتر (Isotonic Solution) وهذا يدل على ان الضغط التناضحي على جانبي الغشاء يساوي ٨٥ر٠ ٪ من محلول ملح الطعام .

عند وضع الكريات الحمر (Erthrocytes)في محلول ذي تركيز قليل (ناقص التوتر Hypotonic soluion) اي ضغطه التناضحي واطيء ففي هذه الحالة سوف ينتقل الماء من خارج الخلايا الحمر الى داخلها مسببا لها الانتفاخ وبالتالي تحللها ، (Hemolysis) اما . اذا وضعت الكريات الحمر في محلول ذي تركيز اعلى من تركيز هيوليها (مفرط التوتر Hyertonic solution) ففي هذه الحالة سوف يخرج الماء من الخلايا الى المحلول خارجها مما يسبب انكماشها وتجمدها وهذه الظاهرة تسمى بالتفرض (Crenation) .

النقل الفعال Active Transport

تتصف عملية النقل للمواد عبر غشاء الخلية كما يوضحها الشكل التخطيطي (٥) بما يأتي :-



شكل (٥)

يمثل عملية النقل الفعال للمادة (أ) من خارج الخلية الى داخلها باستعمال الحامل (ن) واستخدام طاقة وانظيم معينين .

١ . تحدث عملية نقل المادة عبر غشاء الخلية من المنطقة التي فيها تركيز تلك المادة قليلا الى المنطقة التي فيها تركيزها اعلى .

٢ . تستنفد في عملية النقل الفعال طاقة معينة ومصدرها الرئيس اتب (ATP) والتي تتحرر داخل الخلايا نتيجة لعملية الاستقلاب . وقد وجد ان خلايا الدماغ والكلية تستنفد ٧٠ ٪ من الطاقة المخزونة فيها وعلى شكل أتب في النقل الفعال لشوارد الصوديوم وشوارد البوتاسيوم .

٣ . تحتاج الى فعالية انظيم معين لتلك المادة والتي تدخل في عملية التفاعل الكيمياوي بين الحامل والمادة المراد نقلها بفعالية . والانظيمات انواع عديدة كل انظيم متخصص بنوع معين من التفاعل الكيمياوي .
٤ . تحتاج الى حملة خاصة للمادة نفسها .

والحملة جزئيات بروتينية او متكونه من تركيب بروتيني دهني في غشاء الخلية حيث يوفر البروتين المنطقة التي تتحد بها المادة المراد نقلها بفعالية اما الجزء الدهني للحامل فيسهل من مرور المادة مع الناقل عبر التركيب الدهني لغشاء الخلية وتوجد حامل خاص للسكريات في اغشية الخلايا الاغشية الظهائر للامعاء والانابيب في الكلية كما يوجد في اغشية خلايا الجسم حامل متخصص لنقل كل من شوارد الصوديوم من داخل الخلية الى خارجها ويحدث العكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم وان هذا النظام من النقل والذي تستخدم فيه الطاقة من اجل ان يحافظ على الفرق في تركيز كل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء يسمى بمضخة الصوديوم (Sodium pump) حيث تسبب تلك العملية من النقل الاقلال من تركيز شوارد الصوديوم داخل الخلية ويتم ذلك بنقلها بفعالية عبر غشاء الخلية الى السائل خارج الخلية بالرغم ان تركيزها خارج الخلية اعلى مما في داخلها والعكس يحدث بالنسبة لشوارد البوتاسيوم . ان كلا من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم تحاول النفوذ عبر المسام في غشاء الخلية نتيجة لفرق التركيز على جانبي الغشاء ولو استمر نفوذ كل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء فبعد فترة يتساوي تركيزا كل من شوارد الصوديوم وشوارد البوتاسيوم على جانبي الغشاء ولكن بسبب وجود مضخة الصوديوم في غشاء الخلية تدفع كل ما يدخل من شوارد الصوديوم الى خارج الخلية وكذلك يحدث العكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم . وهذا النظام من النقل الفعال مهم جدا في عمل انسجة الجسم كالانسجة العصبية والعضلية كما في حالة نقل الايعازات العصبية عبر الألياف العصبية والعضلية . كذلك ان لمضخة الصوديوم فائدة اخرى حيث تحافظ على الحجم الطبيعي للخلايا وتمنع انتفاخها وتحطمها حيث توجد داخل الخلايا جزئيات كبيرة الحجم لايمكنها النفوذ الى خارج الخلايا كجزئيات البروتين واتب ونتيجة لوجود تلك المواد داخل الخلايا تسبب نفوذ الماء الى الخلايا كما ان الكهارل (Electrolytes)تميل للدخول للخلايا مع الماء وهذا مما يسبب انتفاخ الخلايا وبالتالي تحطمها ولكن بسبب مضخة الصوديوم التي تقوم

بضخ شوارد الصوديوم الى خارج الخلية تنتج الموازنة في دخول الماء الى الخلية وخروجه منها وبالتالي يمنع انتفاخ الخلايا وتحطمها .

ومما سبق ذكره فأن عملية النقل الفعال تشمل انواعا عديدة من الجزئيات او الشوارد فضلا عن شوارد الصوديوم والبوتاسيوم تشمل ايضا شوارد الكلسيوم والحديد والهيدرجين والكلوريد واليوريا والعديد من انواع السكريد والحضينات . كما ان نوع نظام النقل الفعال تحدده اما طبيعة الحامل الكيماوية والتي تحدد ارتباطه مع مواد معينة او نوع الانظيم الذي يدخل بنوع معين من التفاعلات الكيماوية .

الالتقام الخلوي Endocytosis

تشمل هذه العملية نقل الجزئيات ذات الحجم الكبير او الاعداد الكبيرة من الجزيئات من الخلية واليها ودخول هذه المواد الى الخلية يسمى التقام خلوي (Endocytosis) وخروجها يسمى التماط حلوي (Exocytosis) .

ان دخول هذه الجزيئات الى الخلية يكون على نوعين النوع الاول البلعمة (Phagocytosis)والتي يتم فيها التهام الجزيئات الكبيرة والنوع الثاني يسمى الاحتساء (Pinocytosis) والتي يتم فيها التهام الاجسام الصغيرة او شبه السائلة.في حالة عملية البلعمة يمتد الغشاء البلازمي او ينبعج ليحيط الجزئية المراد التقاطها ساحبا اياها الى داخل الخلية البلعمية لتلتحم مع واحد او اكثر من الانظيمات . حيث تحلل تلك الانظيمات البروتين والجزئيات الاخرى الى مركبات بسيطة تمكن الخلية من استعمالها . كما يحدث في التهام الكريات البيض للجراثيم (Bacteria) والخلايا التالفة . اما في عملية الاحتساء فينبعج الغشاء البلازمي ليكن الخلية من سحب الجزيئات الصغيرة والسائل الى داخلها والعملية مشابهة لعملية البلعمه من حيث تكوين الفجوة داخل الخلية وتحليل مكوناتها بوساطة الانظيمات . اما عملية اخراج بعض المواد من الخلية الى المحيط الخارجي فانها تتم بوساطة الالتفاظ كالذي يحدث عند افراز الهرمونات البروتينية كالانسولين من خلايا المعثكله .

الترشيح Filteratior

هو العملية التي بوساطتها يدفع السائل للمرور خلال الغشاء او اي حاجز اخر وذلك بسبب فرق الضغط المائي السكوني (Hydrostatic Pressure) على الجانبين . وكمية السائل المترشحة ضمن فترة زمنية معينة ،تعتمد على الفرقِ في التركيز على جانبي الحاجز والمساحة السطحية للحاجز .. وكذلك فأن الجزيئات التي اقطارها اصغر من المسام في الحاجز تمر بسهولة خلاله بينما لاتنفذ الجزئيات الكبيرة خلال المسام وتبقى عالقه في الغشاء فلو مرر محلول سكر مضاف اليه مسحوق الفحم من خلال ورقة ترشيح الى اناء اخر يلاحظ ان محلول السكر يمر خلال ورقة الترشيح بسهولة بينما تبقى جزئيات مسحوق الفحم غير الذائبة عالقة في ورقة الترشيح لاتستطيع المرو من خلال المسام . وفي الجسم يتم ترشيح الجزئيات الصغيرة من خلال جدران الاوعية الدموية الشعرية عندما يكون الضغط المائي السكوني في الاوعية الدموية اكبر مما هو في خارج الانسجة الوعائية .

الفصل الثاني

الجهار العصبي

المقدمة .
التركيب النسيجي للجهاز العصبي .
كامن الغشاء .
الفعل الكامن .
منحنى فترة الشدة .
قانون الكل او العدم .
توصيل الفعل الكامن .
سرعة توصيل الدفعات في الالياف العصبية .
المشابك .
الجهاز العصبي المركزي .
حفظ الجهاز العصبي المركزي .
الدماغ (المخ ، المخيخ ، جذع الدماغ ، الدماغ البيني) .
امواج الدماغ .
الجهاز الحوفي .
النخاع الشوكي (المسالك والمنعكسات) .
الجهاز العصبي المحيطي :
الاعصاب القحفية .
الاعصاب النخاعية .
الاعصاب المستقلة (الودي واللاودي) .
التركيب الوظيفي العام للجهاز العصبي .

الجهاز العصبي Nervous System

المقدمة

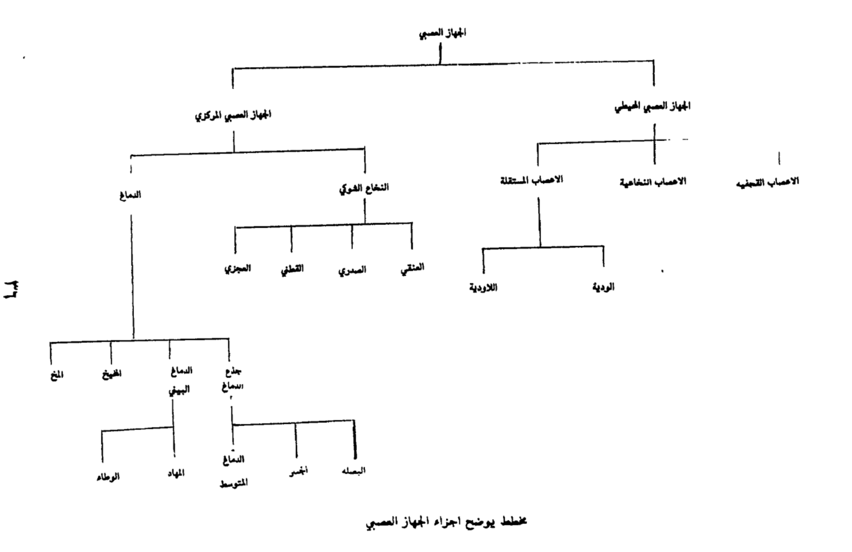
ان جسم الانسان يمتلك القابلية الكبيرة على اكتشاف المتغيرات (المنبهات) التي تحدث في بيئته الخارجية أو الداخلية . يحدث ذلك من خلال وجود نظام متكامل يعمل على اكتشاف هذه المتغيرات ثم نقلها بوساطة طرق اتصال سريعة الى الجهاز العصبي . اذ يقوم الجهاز العصبي بدراستها ثم ينظم الاستجابات (الدفعات لهذه المنبهات والتي تعمل على التراكيب الجسمية وخاصة العضلات والغدد.يستدل من هذا ان وظيفة الجهاز العصبي بشكل عام تشمل :

اولا : التحسس بالتغييرات .
ثانيا : تفسير هذه التغييرات .
ثالثا : الاستجابة لهذه التغييرات بفعل يكون بصورة عامة على شكل تقلص عضلي او افرازات غدية .

ومن وظائف الجهاز العصبي الاخرى هي عمله ككل ومشارك لوظيفة جهاز الغدد الصم endocrine systemفي عملية السيطرة على ابقاء الاستتباب Homeostasisفي الجسم .

ينقسم الجهاز العصبي بصورة رئيسة الى قسمين هما :

١ ـ الجهاز العصبي المركزي ، ويشمل الدماغ والنخاع الشوكي .
أ) الدماغ : The Brain: يتكون الدماغ من المخ Cerebrumوالمخيخ Cerebellum والدماغ البيني Diencephalon(المهاد Thalamus والوطاء Hypothalamus) وجذع الدماغ Brain stem(المتكون من الدماغ المتوسط midbrain، والجسر Pons، والبصلة Medulla oblingata) .



مخطط يوضح اجزاء الجهاز العصبي

ب) النخـــاع الشـــوكي Spinal cord: ويتكـــون من سلسلـــة متصلـــة من القطـــع او الشـدف Segmentsحيث يخرج من كل قطعـــه زوج من الاعصـــاب النخاعية Spinal nerves(حسي Sensoryوحركي Motor) .

٢ ـ الجهاز العصبي المحيطي . ويتكون من ثلاثة انواع من الاعصاب وهي :ـ

أ) الاعصـــاب القحفيـــة Cranial nerves: تنشـــأ من الـــدمـــاغ وعـــددهـــا اثناء عشر زوجا .

ب) الاعصاب النخاعيـة ،تنشـأ من شـدفـات النخـاع الشوكي وعـددهـا (٣١) زوجـا . ان كل عصب نخـــاعي هـــو عصب مختلـــط mixed nerveاي يحتـوي على الياف حسيـة يتلخص عملها بنقل المعلومـات من المستقبلات receptors الموجودة في مختلف انحاء الجسم الى الجهاز العصبي المركزي . والالياف الحركية التي يتلخص عملها بنقل الاوامر الصـادرة من الجهـاز العصبي المركزي الى عضـلات الجسم ولـذلـك تسمى الاعصاب النخاعية احيانا بالجهاز العصبي الجسدي Somatic nervous system .

جـ) الاعصـاب المستقلـة او الجهـاز العصبي المستقل Autonomic Nervous Systemوتنقـل هذه الاعصاب المعلومات من الجهـاز العصبي المركزي الى العضلات الملسـاء والعضله القلبيه والغـدد . تنقـسم الاعصـاب المستقلـة بصورة رئيسـة الى : الاعصـاب الوديـة Sympathetic nerves : التي تنشأ من شـدف المنطقـة الصـدريـة والبطنيـة للنخـاع الشوكي .

الاعصاب اللاودية Para sympathetic nerves. حيث ينشأ قسم منهـا من الـدمـاغ وقسم اخر من الجزء العجزي للنخاع الشوكي .

التركيب النسيجي للجهاز العصبي

Histological Structure of the Nervous System

يتكون النسيج العصبي بصـورة عـامـة من تركيبين اسـاسيين وهمـا الخـلايـاالعصبيـة (العصبونات) والخلايا الدبقية (الخلايا الساندة) .

الخلايا العصبية او العصبونات : nerve cells or neurones

ان الخلية العصبية تمثل الوحده البنائية والوظيفيـة في الجهـاز العصبي تنفصل الخلايـا العصبيـــة بعضهـــا عن البعض نسيجيـــا وتتصـــل فقـــط في منـــاطـــق الاتصـــال

الـوظيفي (المشـابـك) Synopses. تبـدأ الخليـة العصبيـة عـادة في المستقبـلات او في منطقـة مشبكهـا بخليـة عصبيه اخرى وتنتهي نهـايـاتهـا امـا بمشبـك اخر او عنـد الاجهزة المنفذة كالعضلات والغدد .

ان الخـلايـا العصبيـة بعـد تكـونهـا ونضـوجهـا لاتنقسم ولاتتكاثر ولهـذا فـأن الخليـة التي يصيبها التلف والموت في الجسم الحي لاتعوض ابداً .

تتـألف الخليـة العصبيـة من جسم الخليـة ونتـؤاتهـا العصبيـة . وكما هـو مـوضـح في الشكل (٦) .

أ . جسم (جسد) الخلية العصبية nerve cell body (nerve soma) :

تكـون اجسـام الخـلايـا العصبيـة المـادة السـنجـابيـة (gray matter) في الجهـاز العصبي المركزي ، وتوجد مجموعات من اجسام الخلايا العصبية خـارج الجهـاز العصبي المركزي كما في العقد الشوكية وعقد الجهاز العصبي المستقل .

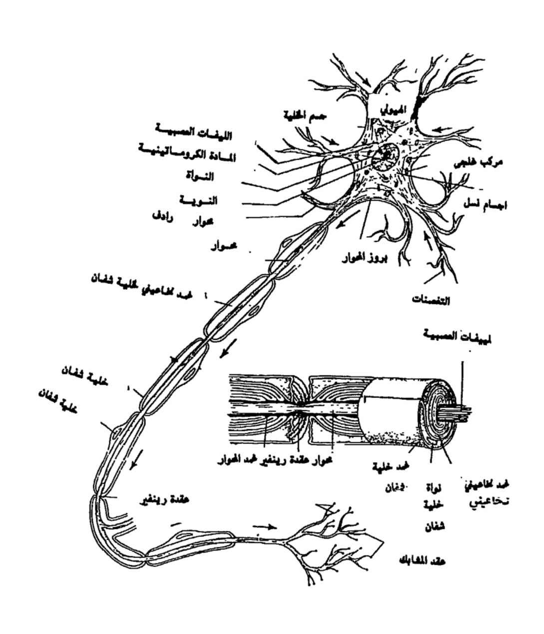
تتبـاين اشكال اجسـام الخـلايـا العصبيـة واحجـامهـا تبعـا لتبـاين مـوقعهـا وتعـداد نتؤاتها . فنهـا الكرويـه والمغزليه والبيضـويـه والهرميـه وغيرهـا . وتصل حجوم الخلايـا العصبيـة الى ١٣٠ ميكرومتر وطـول محـاويرهـا يتراوح بين عـدة مكرومترات الى ١ر٥ متر . ولكن يعتقـد ان العمـل الرئيس لجسم الخليـة يتمثـل في التغير من طبيعـة الدفعات الماره عبره واتجاهها .

يحتـوى جسم الخليـة على نـواة كبيرة كرويـة الشكل تحتـل عـادة مركـز الخليـة وتحتـوى على نـويـه واحـد او اكثر ، كما تحتـوى في جبلتهـا على الحمض النـووي (الدنا DNA) .

نظرا للتطـور الحـاصـل في دراسـة علم الخليـة في السنـوات الاخيرة تم اكتشـاف وجـود الجسم المركـزي (Central body)الـذي يحتـل مـوقعـا قرب النـواة من جهة التغصنات .

يحيـط بـالخليـة العصبيـة غـلاف رقيـق يسمى بغمـد الليف العصبي (neurolemma)الـذي يبلـغ سمكـه حـوالي (٧٥) انفستروم ، حيث يتم بوساطته نقل الدفعات الى جسم الخلية ومنه الى الليفات .

يحتـوى هيـولي الخليـة (مصـورة العصبـون neuroplasm) على المركبـات الحيـة وغير الحيـويـه فضـلا عن الليفـات العصبيـة (neurofibrils)وجسيمـات نسل (Nissl bodies) .



الشكل (٦)

الخلية العصبية (العصبون)

اللييفات العصبية : هي خيوط رفيعة دقيقة تمتد خلال هيولي الخلية ونتوأتها . وتعتبر اعضاء لتوصيل الدفعات من جسم الخلية الى المحوار .

جسيمات نسل : وهي جسيمات صغيرة من مادة محببه لها ميل شديد للصبغات القاعدية (كصبغة ألمثلين الازرق) . حيث تبدو على الشبكة الهيولية المحببة او الخشنة . على شكل مجاميع واضحة وبارزة . تنتشر هذه الجسيمات في هيولي جسم الخلية وهيولي التغصنات وينعدم وجودها في المحوار وبروز المحوار (axon hillock). لهذه الجسيمات او الحبيبات علاقة وثيقة بطبيعة عمل الخلية العصبية . وتختفي عند تعرض الخلية للاصابات كقطع المحوار او في حالة تعب الخلية أو حدوث نقص في الاكسجين وتسمى تلك الظاهرة بظاهرة انحلال الكروماتين (chromotolysis) ولكن هذه الجسيمات تعود فتظهر بعد فترة وجيزه من الراحة اي بعد ازالة اسباب تحللها .

المتقدرات : تنتشر في جسم الخلية العصبية ونتوأتها وتكثر في نهاية المحوار . وتكون على شكل حبيبات او خيوط قصيرة ويعتقد بانها تقوم بوظيفة تتعلق بتنفس الخلية وبتقلباتها الكيمياوية الحيوية .

مركب غلجي : الذي يظهر على شكل نسيج شبكي او جزئيات كروية الشكل . ويوجد في جميع الخلايا العصبية ويعتقد بانه يقوم بدور في عمليات الافراز العصبي في بعض الخلايا العصبية .

الاجسام الحالة : تظهر في هيولي الخلية وهي ذات اشكال مختلفة وتحتوى على انواع الانظيمات الهاضمة وعملها يشابه عمل الاجسام الحالة في خلايا الجسم المختلفة من هضم الاجسام الغريبة التي تدخل الخلية وتحليلها .

محتويات اخرى :

توجد مركبات غير حيه مثل دقائق الغليكوجين والدهون والفجوات والصبغات كصبغة الميلانين (Melanin Pigment) والموجوده بصورة خاصة في خلايا النخاع الشوكي وصبغة اللايبوفيوسين (Lipofuscin) التي توجد في بعض الخلايا العصبية عند تقدم العمر .

ب . النتؤات العصبية neural Processes:

تكـون نتـؤات العصبـونـات مـع الخـلايـا الـدبقيـة المـادة البيضـاء (White metter) او النخـاعين (myelin) في الجهـاز العصبي المركـزي وتشمـل النتؤات :

١ . المحـوار axon: لكل خليـة عصبيـة محـوار واحـد يخرج من تركيب مخروطي الشكل من جسم الخلية ، ويكـون خـاليـا من جسيمـات نسـل ويسمى بروز المحـوار . يكون المحوار عـادة رفيعـا وطـويلا . ويتبـاين طول المحوار في العصبـونـات المختلفـة فقـد يـزيـد على المتر الـواحـد كما في الخـلايـا المحركـه . او قـد يكـون قصيرا جـدا كما في بعض خلايـا الجهـاز العصبي المركـزي . وتظهر من المحـوار تفرعـات جـانبيـة ، وينتهي المحـوار بنهـايـة واحـدة او عـدة نهـايـات .وينعـدم تكـوين البروتين في المحوار نظرا لعدم وجود جسيمـات نسل فيـه . ويتمثل عمل المحـوار الرئيس في ايصـال الـدفعـات من جسم الخليـة العصبية الى خلية عصبية اخرى او الى الاجهزة المنفذة .

٢ . التغصنـات dendrites: وتنشـأ من جسم الخليـة العصبيـة . وهي بروزات سميكـة وقصيرة نسبيـا لـو قـورنت بـالمحـوار . قـد تكـون واحـدة او اكثر ، وتمتـاز ايصـال الايعـازات (الـدفعـات) العصبيـة بعـد تسلمهـا من المحيـط الخـارجي او الداخلي او من خلية عصبية اخرى الى جسم الخلية .

تصنيف الخلايـا العصبيـة (Classification of nerve cells)ان الخلايا العصبيـة ذات اشكال وحجوم متباينـة ولكن لهـا جميعـا نفس الخواص الوظيفيـة من قـابليـة الاستثـارة والتوصيل . وتوجد عدة تصنيفات للخلية العصبية (العصبون) ومنها :ـ

اولا : التصنيف الـذي يعتمـد على الصفـة الـوظيفيـة التي تـوديهـا الخليـة العصبيـة وتشمل :

أ . العصبـونـات الحسيـة او الـوارده Sensery Or Afferent Neurones وتتسلم هـذه العصبـونـات بعض الاحـاسيس مثـل الالم او البروده او الحرارة ثم ترسلها الى الجهـاز العصبي المركزي .

ب . العصبـونـات المحركـة او الصـادرة Motor Or Efferent Neurones اذ تقـوم هـذه العصبـونـات بنقـل الايعـازات من الجهـاز العصبي المركـزي الى الاجهـزة المنفـذة كالعضلات والغدد .

جـ . العصبونات الوصيلة Connector Neurones ويتمثل عملها الوظيفي في تنظيم العلاقة بين كل من العصبونات الحسية والحركة .

ثانيا : التصنيف الذي يعتمد على الصفة التشريحية والشكلية للخلية العصبية ويشمل :

أ . التصنيف الذي يعتمد على عدد الامتدادات ومنها :

١ . العصبونات احادية القطب Unipolar neurones : اذ أن لاجسام هذه الخلايا امتداد واحد ، وتكثر هذه الخلايا في الادوار الجنينية ويكون وجودها نادرا عند البالغين .

٢ . العصبونات ذوات القطبين bipolar neurones : لجسم هذه الخلية محوار واحد وامتداد تغصني رئيس واحد . وتوجد مثل هذه الخلايا في الشبكة العينية والخلايا الحسية الشمية .

ويوجد نوع خاص من العصبونات ذوات القطبين تسمى بالعصبونات احادية القطب الكاذبة Pseudounipolar neurones ولجسم هذا العصبون امتدادان يلتحمان اثناء نموها وتطورها ليكونا امتدادا واحدا مشتركا يستمر لمسافة ثم يعود للانقسام الى نصنين احدهما امتداد تغصني والاخر محوار . ومثل هذه الخلايا توجد مرتبطه مع جذور العقد الظهرية المرتبطة مع الاعصاب النخاعية .

٣ . العصبونات المتعدد الاقطاب multipolar neurones لجسم هذا العصبون محوار واحد وامتدادان تغصنيان او اكثر . وهذا النوع هو اكثر انواع الخلايا العصبية شيوعا ، ومنها الخلايا الهرمية في قشرة المخ وخلايا بركنجي في قشرة المخيخ .

ب . التصنيف الذي يعتمد على طول امتداد المحوار والذي يدعى بتصنيف غلجي :

١ . ان جسم العصبون الذي له محوار طويل يسمى نمط غلجي - ١ وتكون امتدادت هذه المحاوير اهم المسالك العصبية في الجهاز العصبي المركزي .

٢ . اما جسم العصبون الذي له محوار قصير فيسمى نمط غلجي - ٢ كالخلايا الموجودة في شبكة العين وقشرة المخ والمخيخ .

الدبق العصبي (الخلايا الدبقية) neuroglia :

وهي نوع من انواع النسيج الظام تنتشر في الحيز الخلالي بين اجسام الخلايا العصبية واستطالاتها ، وكذلك بين اجسام الخلايا العصبية والاوعية الدموية . وهذا يعلل صغر الحيز الخلالي بين الخلايا العصبية مقاونة مع تلك الموجودة في انسجة الجسم الاخرى .

تكون الخلايا الدبقية اكثر بكثير من الخلايا العصبية اذ يبلغ عددها حوالي عشرة اضعاف الخلايا العصبية .

تنقسم الخلايا الدبقية وتتكاثر بعكس الخلايا العصبية والتي تنعدم قابليتها على الانقسام والتكاثر بعد نضجها .

يتلخص عمل الخلايا الدبقية بدعم الخلايا العصبية وربطها وتغذيتها . كذلك فهي عوامل عازلة حيث تحيط بالخلايا العصبية والالياف العصبية .

يوجد عدة انواع من الخلايا الدبقية كما هو موضح في الشكل (٧) والتي تشمل :ـ

١ . الخلايا النجمية astrocyte cells وتكون على نوعين :

ا . الخلايا النجمية الليفية fibrous astrocyte cells : توجد هذه الخلايا في المادة البيضاء بين حزم الالياف ذوات الغمد النخاعي ، وترتبط بالاوعية الدموية بوساطة اقدام انتهائية . ولهذه الخلايا امتدادات ليفية تمتد لمسافات طويلة .

ب . الخلايا النجميه الجبلية Protoplasmic astrocyte cells: وتوجد هذه الخلايا في المادة السنجابية . تتصف بتفرعاتها الكثيرة والغليظه وانها ذات هيولي محبب يحتوى على نواة دائرية او بيضوية الشكل .

٢ . خلايا البطانه العصبية ependymal cells : وهي خلايا هدبيه تبطن التجاويف الدماغية والقناة النخاعية ، وهي المسؤولة عن حركة بعض الجزئيات داخل تلك التجاويف .

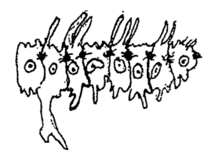
٣ . الخلايا الساتله (الكوكبيه) satelite cells: تكون هذه الخلايا تركيبا يشبه المحفظه يحيط بالعقد العصبية خارج الجهاز العصبي ، وبصورة عامة ان عملها غير واضح .

١ . الخلية النجمية الجبلية

٢ . الخلية النجمية الليفية

٤ . الدبقية قليلة التشجير

٣ . الدبقية الصغيرة



٥ . خلايا البطانه العصبيه

الشكل (٧)

الخلايا الدبقية

٤ . خلايا شفان schwann cells : وهي خلايا مفلطحة ذوات انويه بيضويه الشكل موضوعة بصورة موازيه للالياف العصبية . وظيفتها تكوين الغمد النخاعي myelinated sheath الذي يغلف الياف الجهاز العصبي المحيطي . ويحتوى الغمد على مادة بروتينيه شحمية Lipoprotein ، وعادة لايغلف الليف العصبي كله حيث ينعدم وجوده في القسم الاول من المحوار (منطقة اتصاله بجسم الخلية) وكذلك في نهايات تفرعات الليف العصبي . يظهر الغمد النخاعي منقطعا غير متواصل على طول الليف العصبي . اي توجد تخصرات خالية من الغمد النخاعي وعلى مسافات ثابتة على الليف العصبي وتسمى هذه التخصرات بعقد رينفير node of Ranvier. وكل عقدة تمثل المنطقة التي تلتقي فيها خليتان من خلايا شفان .

ان الغمد النخاعي يزيد من سرعة ايصال الدفعات ، كما انه يعمل على حماية المحوار ، ويكسب الالياف العصبية لونا ابيض . يحيط بالغمد النخاعي من الخارج طبقه رقيقة من خلايا شفان . وتغلف خلايا شفان من الخارج بغشاء رقيق من النسيج الظام يسمى بغمد الليف العصبي .

ومما سبق ذكره يتضح بان الالياف العصبية تكون على نوعين :

أ . الالياف العصبية ذوات الغمد النخاعي myelinated nerve fibers

ب . الالياف العصبية عديمة الغمد النخاعي unmyelinated nerve fibers

اي ان هذه الالياف ليس لها غمد نخاعي علما بان محاويرها تحاط بخلايا شفان التي تعمل على تغذيتها . ومثال ذلك الالياف المستقله بعد العقد ، وبعض الياف الجهاز العصبي المركزي .

٥ . الخلايا الدبقية القليلة التغصن Oligodendroglia : وتوجد هذه الخلايا في المادة البيضاء والسنجابية . لها انويه صغيرة وهيوليها يحتوى على العديد من العضيات . وهذه الخلايا هي المسؤولة عن تكوين الغمد النخاعي لالياف الجهاز العصبي المركزي .

٦ . الدبق العصبي الصغري microglia : توجد هذه الخلايا في المادة البيضاء والسنجابيه . لها اجسام صغيرة الحجم وانويتها غامقه اللون . يظهر من جسم الخلية تفرعات سميكة لها تفرعات كثيرة ذات بروزات شوكيه . وتكون وظيفة هذه الخلايا مشابهة لعمل الخلايا البلاعم في انسجة الجسم الاخرى .

كامن الغشاء Membrane Potential

ان الدراسات التي اجريت للغشاء البلازمي لخلايا الجسم المختلفة وبالاخص اغشية الخلايا العصبية والعضلية بينت بان توزيع الشوارد على جانبي الغشاء البلازمي غير متساو مما ينتج عنه كامن كهربائي electrical potentialعبر الغشاء يسمى كامن الغشاء اثناء الراحه resting membrane potential . وهذا الكامن يظهر عبر الغشاء في حالة الراحة او السكون ، وفترة الراحة لاتعني ان الخلية في حالة كسل وخمول ولكن خلال تلك الفترة يتوقف مرور الدفعات خلال غشائها .

ان العوامل الرئيسة التي تحافظ على استقطاب غشاء الخلية العصبية والعضلية تشمل :

١ . التوزيع غير المتساوي لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء والذي يعود اساسا الى الانتشار البسيط والنقل الفعال عبر الغشاء . من المعروف ان تركيز شوارد الصوديوم خارج الخلية اكثر بكثير مما في داخلها ، حيث يبلغ تركيزها في السائل الخلالي ١٤٢ مكافئيا ميلي / لتر بينما في داخل الخلية ١٠ مكافئات ميلي / لتر . والعكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم حيث يبلغ تركيزها في السائل داخل الخلية ١٤١ مكافئيا ميلي / لتر ، بينما خارجها حوالي ٥ مكافئات ميلي / لتر .

وبسبب الفرق في تركيز كل من شوراد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء فان شوارد الصوديوم تحاول الدخول الى الخلية والعكس يحدث بالنسبة لشوارد البوتاسيوم .

من المعروف ان الغشاء البلازمي الذي يغطي جسم الخلية العصبية ونتوأتها له نفس مواصفات اغشية خلايا الجسم الاخرى فهو نصف نفوذ ، اي يسمح بنفوذ بعض المواد ومرورها من خلاله بحريه بينما يعرقل نفوذ مواد اخرى من خلاله ويمنعها وكذلك له القابلية على تغيير هذه الخاصية من وقت لاخر وبسبب تلك الخاصية. ان نفاذية الغشاء البلازمي لشوارد البوتاسيوم اكثر بكثير من نفاذيته لشوارد الصوديوم . حيث تبلغ نفاذيته لشوارد البوتاسيوم في فترة الراحة اكثر بحوالي مئة مرة من نفاذيته لشوارد الصوديوم . وهذا يعني ان شوارد البوتاسيوم التي تخرج من الخلية الى السائل الخلالي اكثر بكثير من شوارد الصوديوم التي تدخل الى الخلية مما ينتج عنه الاقلال من الشوارد الموجبه داخل غشاء الخلية وزيادتها خارجه .

اما بالنسبة لعملية النقل الفعال لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم والتي سبق ذكرها فانها تؤثر تأثيرا مهما في استقطاب غشاء الخلية العصبية . حيث ينتج عن تلك العملية نقل كميات اكبر من شوارد الصوديوم من داخل الخلية الى خارجها موازنة مع الكميات من شوارد البوتاسيوم والتي بدورها تقوم بادخالها الى الخلية العصبية .

ان عملية النقل الفعال (مضخة الصوديوم) تسبب الاقلال من الشوارد الموجبة ايضا داخل الغشاء وزيادتها خارجه .

٢ . توجد في داخل الخلية شوارد سلبيه كبيرة الحجم مثل شوارد البروتين وشوارد الفسفات العضوية والكبريتات والتي لاتستطيع النفوذ من خلال الغشاء البلازمي وذلك لكبر حجمها وحتى ان استطاعت المرور من خلال الغشاء فان تلك الدرجة من النفوذية تكاد تكون منعدمه .

ان العوامل التي سبق ذكرها تقلل من الشوارد الموجبه داخل الخلية والمتبقي من هذه الشوارد الموجبه داخل الخلية غير كاف لمعادلة الشوارد السلبية داخلها مما يجعل داخل الخلية سلبيا وعلى سطحها الخارجي موجبا والذي ينتج عنه استقطاب الغشاء البلازمي .

كذلك هناك وظيفة للشوارد الاخرى في استقطاب الغشاء البلازمي ، مثل شوارد الكلوريد ، اذ ان لهذه الشوارد وظيفة منفعله في استقطاب الغشاء . فمثلا ان تركيز الكوريد في السائل الخلالي يبلغ حوالي ١٠٣ مكافئات ميلي / لتر وداخل الغشاء ٤ مكافئات ميلي / لتر . وبسبب فرق التركيز تحاول شوارد الكلوريد النفوذ الى داخل الغشاء (ذي الشحنة السلبية) ولكن لايسمح لها بالدخول بسبب قوة الطرد repulsionالتي تنتج من الشحنة السلبية ايضاً داخل الخلية .

ان القياسات الكهربائية لكامن غشاء العصب تبلغ حوالي ٧٠ ميلي فولت ، وهذا يدل بان حوالي ٧٠ ميلي فولت داخل الغشاء اقل من خارجه .

فضلا عن اهمية كامن الراحة في عمل الخلايا العصبية والعضلية وادائها فأن التغيير الحاصل في الكامن الكهربائي عبر اغشية انواع خاصة من خلايا الجسم كالخلايا البلاع والهدبية هو ضروري ايضا لاداء عمل هذه الخلايا .

الفعل الكامن Action Potential

يمثل الموجه التي توضح التغيير الحاصل في الكامن الكهربائي لغشاء الخلية العصبية او العضلية بسبب التغيير المفاجيء في نفوذيتها لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم .

وكما سبق ذكره بان شوارد الصوديوم في السائل الخلالي اكثر بكثير مما في داخل الخلية والعكس صحيح بالنسبة لشوارد البوتاسيوم .

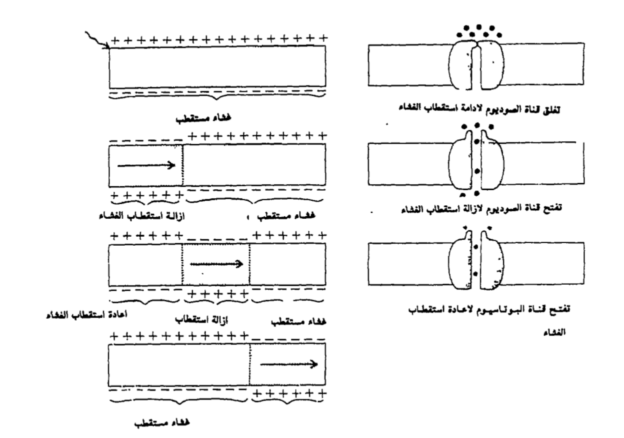
ونتيجة لفرق التركيز فان شوارد الصوديوم تدخل الى الخلية من خلال مسام خاصة في غشاء الخلية تسمى اقنيه الصوديوم Sodium channels وهي بيضوية الشكل وابعادها حوالي (٥×٣) انغستروم اما شوارد البوتاسيوم فتخرج من الخلية من خلال مسام خاصة في غشاء الخلية تسمى اقنية البوتاسيوم Potasium Channels وهي مسام دائرية الشكل وابعادها (٣×٣) انغستروم . توجد هذه المسام في الجزء البروتيني المكون لغشاء الخلية . يعتقد بان لكل قناة بوابه تقوم بتنظيم فتحها او غلقها ففي فترة الراحه ان اقنية الصوديوم والبوتاسيوم دائما تكون مقفله تقريبا . لهذا ان شوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم التي تنفذ من خلال الغشاء قليلة جدا . وفي حالة تنبيه الخلية العصبية تنفتح تلك البوابات مما يزيد من نفوذية الغشاء لشوارد الصوديوم حوالي ٥٠٠٠ ضعف موازنة بنفوذيته اثناء فترة الراحة . اما بالنسبة لشوارد البوتاسيوم فأن نفوذية الغشاء تزداد حوالي (٥٠) ضعفا موازنة بنفوذيته اثناء فترة الراحة وكما هو موضح في الشكل (٨) .

يعتقد بان للبوابات شحنا موجبه تتركز داخل القنوات عند فتحاتها او في الجزء الدهني لغشاء الخلية المجاور للمسام . والشحنات الموجبة تولد تيارا كهربائيا موجبا Positive electrical current في القنوات مما يمنع مرور الشوارد الموجبة خلالها .

اما حالة الزيادة في نفوذية الغشاء فسببها التغيير الذي يحصل في هذا التيار .

ان الخلايا العصبية والعضلية لها القابلية الاستثارية excitability والتوصيلية conductivity . وصفة الاستثارة تمثل قابلية الخلية للاستجابه الى المنبهات stimuli وتحويلها الى دفعات impulses . كما ان لها قابلية توصيل الدفعات من خلال غشائها .

ان المنبه يمثل اي حدث او ظرف ينتج عنه تغيير في استقطاب غشاء الخلية الاستثارية . والمنبهات انواع منها الميكانيكية والكيماوية والكهربائية . وبصرف



الشكل (٨)

قنوات الصوديوم والبوتاسيوم

النظر عن طبيعة المنبه فانه يجب ان يكون له حد معين من الشدة لكي يؤثر في النسيج الحساس . ولكي يولد استجابة في اي نسيج حساس يجب ان يؤثر فيه لفترة زمنية معينة .

تصنف المنبهات حسب شدتها الى ثلاثة انواع وتشمل :

١ . المنبه العتبي Threshold stimulus : وهو اضعف حد من الشدة ممكن ان يولد الفعل الكامن .

٢ . المنبه تحت العتبي Subthreshold Stimulus : وتكون شدته اقل من شدة المنبه العتبي . ان هذا المنبه يولد تغييرا موضعيا في الغشاء المستقطب للخلية الاستثارية قرب منطقة التنبيه ، ولكن لو نبهت الخلية الاستثارية بمنبهات متتالية تحت العتبية فمن الممكن ان تولد دفعة حقيقية .

٣ . المنبه فوق العتبي Suprathreshold stimulus . حيث تزيد شدته على شدة المنبه العتبي .

ان الحد العتبي يختلف باختلاف الخلايا . كما ان الخلايا من نفس النوع لها حدود عتبيه مختلفة تحت ظروف مختلفه .

ان ظاهرة الحد العتبي للمنبهات مهمه في اداء الجهاز العصبي وعمله ، اذ بوساطته يستطيع الجهاز العصبي التمييز بين المهم وغير المهم من المنبهات . فمثلا ان المنبهات ضمن الحد العتبي او اعلى تولد دفعات تنتقل الى الجهاز العصبي بينما المنبهات الضعيفة والاقل أهمية لاتستطيع ان تنتقل الى الجهاز العصبي أو تنبهه .

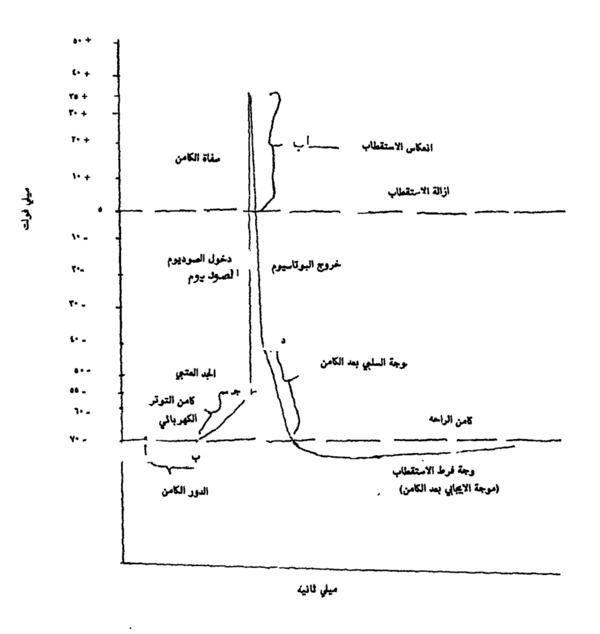
يستعمل جهاز منظار ذبذبة الشعاع المهبطي Canod Ray Oscilloscopeلتوضيح التغييرات التي تحدث في استقطاب غشاء الخلية العصبية عند تنبيهها . فعند ربط هذا الجهاز بقطبين كهربائيين يوضعان على احد طرفي العصب بحيث يكون احدهما على سطحه الخارجي والثاني في داخله ، ثم ينبه العصب بمنبه كهربائي كافٍ على طرفه الاخر فسوف يلاحظ على شاشة الجهاز اختفاء كامن الراحة لغشاء العصب ويتبعه انعكاس في استقطاب الغشاء (تولد الدفعة) بحيث يصبح داخله موجبا وخارجه سالباً ويحدث هذا بالقرب من منطقة المنبه ويستمر فترة قصيرة . اذ ان الدفعة المتولده سوف تنتقل الى طرفي العصب على طوله .

ان الدفعة تحدث في العصب نتيجة للاستجابه للتنبيه وتحدث على مراحل وكما هو موضح في الشكل (٩) . اذا نبه العصب في النقطة أ يبدأ رسم الفعل الكامن (من جهاز

منظار الذبذبه) عند النقطة ب . والفترة بين النقطه أ والنقطه ب تمثل فترة الدور الكامن Latent period وهي تمثل الفترة التي يستغرقها انتقال الدفعة من نقطة التنبيه حتى بداية رسم موجة الفعل الكامن في الجهاز (النقطة ب) . يبدأ تسجيل الفعل الكامن من النقطة ب حيث تبدأ شوارد الصوديوم بالنفوذ الى داخل العصب تدريجيا وتقلل من استقطاب غشاء العصب وتزيد من قابليته الاستثاريه حتى يصل الحد العتبي الى (ـ ٥٥ ميلي فولت) ، وتسمى الموجه من (ب) الى (جـ) بكامن التوتر الكهربائي Electrotonic Potential أو الحالة الاستثارية الموضعية أو الاستجابة الموضعية Local response وهذه الموجه سببها التغير في كامن الراحة نتيجة للنفوذ التدريجي لشوارد الصوديوم الى داخل العصب فضلاً عن مقاومة العصب للمنبه وتكيفه له .

والنقطة (جـ) تمثل مستوى الانفجار firing level حيث عند هذه النقطة يقلل استقطاب غشاء العصب ١٥ ميلي فولت وعندها تبدأ موجة سفاة الكامنSpike potential، حيث تزداد نفوذية الغشاء الى شوارد الصوديوم بكمية هائله ، ونتيجة لدخول شوارد الصوديوم يزال استقطاب غشاء العصب وبعد ذلك ينعكس استقطابه بحيث يصبح سطحه الداخلي موجبا وسطحه الخارجي سالباً . وعندما يصل سفاة الكامن حوالي + ٣٥ ميلي فولت يتوقف دخول شوارد الصوديوم نتيجة لقوة الطرد بين الشحن الموجبه . ثم يهبط سفاة الكامن بسرعة الى النقطة (د)،تتصف هذه المرحلة بالزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد البوتاسيوم ونتيجة لخروج كمية كبيرة من شوارد البوتاسيوم من الخليه تسمى تلك المرحلة بمرحلة اعادة الاستقطاب وعند النقطة (د) اي حوالي الثلث الاخيرة من المنحنى يبدأ المنحنى بالنزول تدريجيا قبل ان يصل الى كامن الراحة وتسمى تلك الموجه بموجة السلبي بعد الكامن negative after potential . وهذه الموجه سببها تجمع شوارد البوتاسيوم على سطح الغشاء الخارجي وبصورة مفاجئة مما يجعل نسبة تركيز شوارد البوتاسيوم على جانبي الغشاء اقل من النسبه الطبيعية وبصورة موقته ، وهذا يسبب التأخير في العودة الى كامن الراحة لبعض من اجزاء الثانيه (ميلي ثانيه) . وبعد أن تصل الموجه الى كامن الراحة احيانا يزداد استقطاب العصب اكثر من الحد الطبيعي مما يؤدي الى رسم موجه تسمى موجة فرط الاستقطاب hyper polarization أو موجة الايجابي بعد الكامن positive after potential وسبب تلك الموجه يعود الى عمل مضخة الصوديوم والتي سبق شرحها .

بعد انتهاء الفعل الكامن مباشرة تعمل مضخة الصوديوم في غشاء العصب حيث تقوم



الشكل (٩)

مراحل الفعل الكامن

باخراج كل مادخل من شوارد الصوديوم الى الخارج واعادة كل ماخرج من شوارد البوتاسيوم الى الداخل .

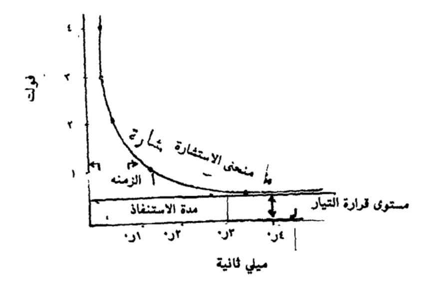
ان كلاً من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم هي المسؤولة عن توليد التغير في استقطاب العصب وبالتالي توليد الفعل الكامن . ولكن لشوارد الكلسيوم أثراً مهماً في تلك العملية . حيث ان شوارد الكلسيوم تولد تياراً موجب الشحنة يحيط بمدخل قنوات الصوديوم ويمنع نفوذ شوارد الصوديوم في فترة الراحة . ولكن عند تنبيه العصب يتم ابعاد شوارد الكلسيوم عن مدخل قنوات الصوديوم وبالتالي يسمح لشوارد الصوديوم بدخول العصب . اذا قلت شوارد الكلسيوم في السائل الخلالي وكذلك في داخل الغشاء يلاحظ ان قنوات الصوديوم لاتغلق بصورتها الاعتيادية مما ينتج عنه استمرار نفوذ شوارد الصوديوم مسببا التغيير في استقطاب الغشاء وبالتالي يؤدي الى ازالة استقطاب الغشاء وتوليد الدفعات الشاذة تلقائيا .

منحنى فترة الشدة Strength – Duration Curve

ان المنبه لكي يولد استجابه في النسيج الحساس يجب ان يؤثر فيه فترة زمنية معينة . واقصر فترة زمنية لازمة للمنبه كي ينبه النسيج تسمى مدة الاستنفاذ Utilization time والتي تتناسب عكسيا مع شدة المنبه ، اذ كلما قلت شدة المنبه فانه يحتاج الى وقت اطوال لكي يولد استجابه في النسيج الحساس .

يمثل مستوى قرارة التيار rheobase level أقل حد من الشدة والذي يستغرق اطول مدة لتوليد استجابه في النسيج . واذا قلت شدة المنبه عن مستوى قرارة التيار فانه لايولد اية استجابة في النسيج .

اما الزمنة Chronaxie فهي اقصر وقت يستغرقه تيار ذو شدة ضعف شدة قرارة التيار لتوليد اقل استجابه في النسيج الحساس .وان الزمنة تختلف باختلاف الانسجة الحساسه وكما هو موضح في الشكل (١٠) .



الشكل (١٠)
يوضح العلاقة بين قرارة التيار ومدة
الاستنفاذ والزمنه

دور الحرون Refractory Period

ان الخلايا الحسية لاتظهر دائما نفس المعدل من الاستجابه الى التنبيه فمثلا اذا نبه العصب بمنبه كاف وتولد فيه الفعل الكامن فان العصب لايستطيع توليد فعل كامن آخر لفترة زمنية معينة وتسمى هذه الفترة بدور الحرون والتي خلالها لايستجيب العصب الى المنبه الثاني .

يقسم دور الحرون الى قسمين :

١ . دور الحرون المطلق absolute refractory period . ومدته تشمل بداية طور الانفجار وطيلة صعود موجه سفاة الكامن والتي من خلالها يزال استقطاب غشاء العصب حتى تصل الى +٣٥ ميلي فولت وكذلك ثلث مدة نزولها . خلال هذه الفترة لايستجيب العصب للمنبهات مهما كانت شدتها ومهما طال تأثيرها .

٢ . دور الحرون النسبي Relative refractory period : يبدأ مباشرة بعد دور الحرون المطلق الى أن يستعيد العصب كامن الراحة . خلال هذه الفترة لايستجيب العصب للمنبهات الاعتيادية ولكنه يستجيب للمنبهات القوية ، والاستجابة تكون اضعف مما يولدها في حالة الراحة .

قانون الكل أو العدم All or None law

اذا نبهت الخلية الحسية بمنبه عتبي او فوق العتبي نتج عن ذلك فعل كامن . والافعال الكامنه التي تولد في هذه الظروف لها نفس الصفة من الشدة والقيمة وكذلك الشكل بغض النظر عن شدة المنبه . وعموما ان الخلايا الحسية لاتولد استجابات تدريجيه وعلى شكل مراحل والتي تتغير في شدتها تبعا لضعف المنبه او قوته وعلى هذا الاساس فان الخلايا الحسية تتصف بقانون الكل او العدم ، وهذا يعني ان الخلايا الحسية اما تستجيب الى المنبه او لاتستجيب وان استجابت فان الدفعات المتولده لها نفس المواصفات ولا تعتمد على شدة المنبه . اي انها تنتقل بشكل ثابت وبنفس الشدة . وايصال الدفعات لايعتمد على الزيادة في شدة المنبه . وهناك عوامل اخرى تغير من الايصال مثل المواد السامة .

وينطبق قانون الكل او العدم على الجهاز العصبي حيث ان الزيادة في شدة المنبه لاتولد دفعات لها شدة عالية ولكن بدلا عن ذلك فان الزيادة الكبيرة في عدد الدفعات تؤثر الزيادة في شدة المنبه ، ومثال ذلك ان حافز الالم يولد افعالا كامنه لها نفس مواصفات الافعال الكامنه التي تولدها الحكه المعتدله ولكنه يولدها باعداد كبيرة موازنة مع ماتولده الحكه المعتدله .

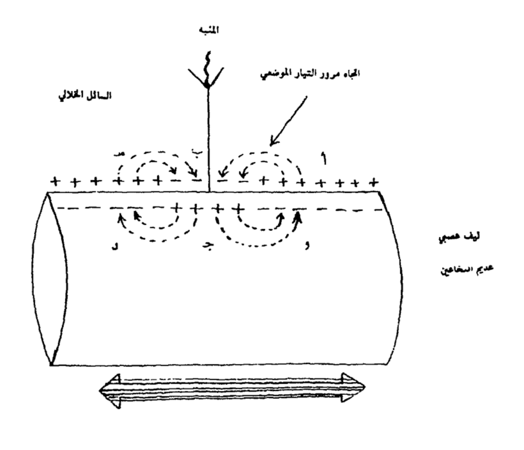
توصيل الفعل الكامن Conduction of Action Potential

ان الخاصتين اللتين تتصف بها الانسجة الحسية واللتين سبق ذكرهما تشملان القابلية الاستثارية والتي تتمثل بالاستجابه الى المنبه وتحويل تلك الاستجابه الى دفعات . والخاصية الثانية هي القابلية التوصيلية حيث تتمثل في القابلية على توصيل الدفعات خلال اغشيتها وتسمى تلك الخاصية بانتشار الفعل الكامن . Propagation of action potential

وبما ان الالياف العصبية نوعان (ذوات غمد نخاعيني وعديم النخاعين) فان توصيل الدفعات خلال اغشيتها يتم اما بوساطة جريان التيار الموضعي Local current flow او التوصيل القفزي Saltatory conduction .

التوصيل بوساطة التيار الموضعي (نظرية الدارة الموضعية Local Current theory) :

ان عملية ايصال الفعل الكامن في ليف عصبي عديم النخاعين تتم بوساطة نظرية الدارة الموضعية كما هو موضح في الشكل (١١) .



الشكل (١١)

جريان التيار الموضعي

د سه نيف عصبي تمسه كاف في ايـة نقطـة على طـولـه ولنفرض نقطـة (ب) ، ونتيجة لتأثير المنبـه تنفـذ شوارد الصـوديـوم الى الليف في النقطـة (ب) مما ينتج عنه ازالة استقطـاب تلـك النقطـة وتـوليـد فعل كامن حيث يصبح سطح الغشاء الخارجي في النقطة (ب) سالبا بينما يصبح سطحه الداخلي عند النقطة (جـ) (المقابلة للنقطة ب) موجبا . ونتيجة لـذلـك يحـدث خلل في الكامن على سطح الغشاء الخارجي في النقطتين (أ و هـ) المجاورتين للنقطة (ب) ، وكـذلـك على سطح الغشاء الداخلي في النقطـة (و) والنقطـة (د) المجـاورتين للنقطـة (جـ) ونتيجـة لهـذا الخلل في الكامن يجرى تيار موضعي من النقطة (أ) والنقطـة (هـ) باتجـاه النقطـة (ب) وكذلك يجرى تيار موضعي من النقطة (جـ) باتجاه النقطة (و) والنقطة (د) .

ان النقـــاط (أ) و(هـ) و(جـ) هي نقـــاط مصـــدر Source Pointsامـــا النقاط (ب) و(و) و(د) فهي نقاط مغطس Sink Points .

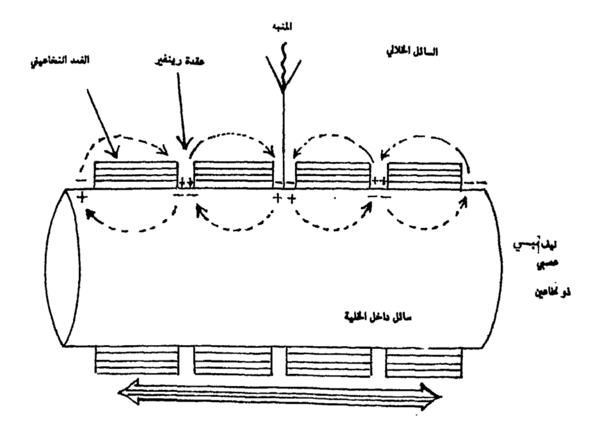
ان جريـان التيـار في النقطتين (أ) و(هـ) نحو النقطـة (ب) وبـاتجـاه معـاكس يقلـل من الشـوارد المـوجبـه على السطـح الخـارجي للغشـاء في النقطتين (أ) و(هـ) . امـا في السطـح الـداخلي فـان التيـار يمر بـاتجـاهين مختلفين حيث يمر من النقطـة (جـ) الى النقطتين المجـاورتين لهـا (و) و (د) ممـا يسبب الاقـلال من الشـوارد السلبيـة في النقطـة (و) المقـابلـة للنقطـة (أ) على السطح الخـارجي للغشاء ، وتلـك العمليـة تسبب الاقـلال من كامن الراحـة في تلـك النقطـة . كما ان التيـار المنبعث من النقطـة (جـ) الى النقطـة (و) (المقـابلـة) للنقطـة (هـ) على السطح الخـارجي للغشـاء ايضـا يقلل من كامن الراحـة في تلـك النقطـة . فـاذا كان النقصـان في كون الراحـة ١٥ ميلي فـولت كان معنى ذلـك الوصول الى مستوى الانفجـار ممـا يولـد فعلا كامنـا في تلـك النقـاط وعنـد ذلـك تعمـل تلك النقاط على تنبيـه النقـاط المجـاوره لهـا حيث تعتبر نقـاط مصـدر . امـا في النقطـة (ب) فيعود كامن الراحـة الى حـالتـه السـابقـة في نفس الـوقت الـذي يتـولـد فيـه فعـل كامن في النقاط المجاوره .

ان الـدفعـات المتـولـده تسير على طـول الغشـاء وبكـلا الاتجـاهين وبـدون تنـاقص وبشكل ثابت لان الطاقة التي تحتاج اليها تستمدها من العصب .

التوصيل القفزي :

يتم ايصـــال الـــدفعـــات العصبيـــة في الاليـــاف العصبيـــة ذوات الغمـــد النخـــاعيني بطريقـة التـوصيـل القفـزي ، لان الغمـد يعتبر غـلافـا عـازلا لايسمـح بتبـادل الشـوارد خلالـه ، لـذلـك فهـو ردئ التـوصيـل للتيـار الكهربـائي . وان تبـادل الشـوارد المسبب للتغير في استقطـــاب الغشـــاء العصبي يجرى فقـــط في عقـــد رينفير ، لهـــذا السبب ان الـدفعة تقفز من عقـدة رينفير الى العقـدة المجـاوره من خلال السـائل الخلالي والسـائـل داخل الخليـة ممـا يزيـد من سرعـة توصيل الـدفعـة حيث تصبح عقـدة من عقـد رينفير مغطسا والعقدتان المجاورتان لها تصبحان مصدرا ، وكما هو موضح في الشكل (١٢)

ان سرعة توصيل الدفعة في الليف العصبي عـديم النخـاعين تكون اقل بكثير ممـا هي عليه في الالياف ذوات الغمد النخاعيني لان الـدفعـة تسير على طول الليف العصبي عـديم النخاعين من نقطة الى نقطة مجاوره لها ، حيث تمر بصورة متواصلة .



الشكل (١٢)

التوصيل القفزي

توجد صفة اخرى يتصف بها التوصيل القفزي هي ان تبادل الشوارد المولدة للدفعة التي تجرى من خلال عقد رينفير فقط ، لهذا ان الشوارد التي تدخل قليلة وهذا يعني ان اعادة الشوارد الى وضعها الطبيعي على جانبي غشاء الليف العصبي يحتاج الى طاقة اقل موازنة بالالياف العصبية عديمة النخاعين لان التوصيل فيها بوساطة جريان التيار الموضعي مما يصاحب ذلك دخول كميات كبيرة من الشوارد الى الليف العصبي وخروجها منه .

سرعة توصيل الدفعات في الالياف العصبية

ان الاليـاف العصبيـة تختلف في سرعـة توصيلهـا للـدفعـات . اذ ان سرعـة التوصيل لاتعتمد على شدة المنبه وانما تقررها عدة عوامل مثل حجم الليف العصبي ونوعه وكـذلـك طبيعة ظروفه الوظيفية .

تصنف الالياف العصبية حسب حجومها الى ثلاث اصنـاف رئيسـة توصح الاختلاف في توصيل الدفعات العصبية وكما يأتي :

١ . الالياف العصبية ذات الحجم الكبير (A – fibers) :
وهي الياف ذوات نخاعين . وتظهر اعلى معدل في سرعـة توصيل الـدفعـات . كما ان دور الحرون المطلق فيها قصير الامد . ويتم توصيل الدفعات عبرها بوساطة التوصيل القفزي ، ومعدل سرعة التوصيل القفزي يتراوح بين ٥ الى ٥٠٠ متر / ثانيـة . توجـد هذه الالياف في الاعصاب الحسية الكبيرة حيث تقوم بنقل الاحسـاسـات كالاحسـاس بالحرارة والاحساس بالبروده او الاحساس باللمس . وتوجد هذه الالياف في كل الاعصـاب الحركـة التي تزود العضلات الهيكليـة . وهـذا النـوع من الاليـاف يربـط الدمـاغ والنخـاع الشوكي بـالمستقبلات التي تتحسـس التغيرات التي تحـدث في المحيـط الخارجي مثلا اذا وضعنا قطعة ساخنه من الحديد على الجلد . ان الاحسـاس بالحرارة ينقل مباشرة الى النخاع الشوكي بوساطة تلـك الاليـاف ومن ثم الى الاليـاف المحركـة من نفس النوع لتنبه عضلات اليد لازالة ذلك الجسم الساخن بسرعة .

٢ . الالياف العصبية متوسطة الحجم (B – fibers) :
وهي الياف ذوات غمد نخاعيني ويكون دور الحرون المطلق فيها اطوال مما هو عليـه في الالياف كبيرة الحجم . ومعدل سرعة ايصال الدفعات في هذه الالياف يتراوح بين ٣ الى ١٤ متر / ثانية .
توجد هذه الالياف في الاعصاب التي تنقل الاحساس من الجلد والاحشـاء الـداخليـة الى الدماغ والنخاغ الشوكي . وهي تكون كل الحاوير الصادرة في الاعصـاب المحركـة التي تصدر من الجزء الاسفل للدماغ والنخـاع الشوكي وتنتهي بـالعقـد التي بـدورهـا تنشأ منها الياف عصبية اخرى لتزود العضلات الملساء والغدد في الاحشاء الداخلية .

٣ . الالياف العصبية صغيرة الحجم (C – fibers) :
وهي الياف عديمة النخاعين ، ولهـا اطول دور حرون مطلق ومعـدل سرعـة توصيل

الدفعات فيها اقل من ٢ متر / ثانية . ويتم توصيل الدفعات فيها بوساطة جريان التيار الموضعي . توجد هذه الالياف في الاعصاب التي تنقل الدفعات من الجلد والاحشاء . حيث تقوم هذه الالياف بنقل الاحساس بالالم من مستقبلات الالم في الجلد وربما الاحساس بالحرارة والاحساس بالبرودة والاحساس باللمس . يوجد هذا النوع من الالياف ايضا في الاعصاب المحركة والتي تزود العضلات الملساء والغدد الحشوية .

المشابك Synapses

المشبك يمثل النقطة التي تتقارب عندها خلية عصبية من خلية عصبية اخرى وتظهر فيه اعلى درجات السيطرة على الدفعة من حيث السماح لها بالمرور او ايقافها او التغيير من طبيعتها . كما ان منطقة المشبك تتحكم باتجاه مرور الدفعات عبرها . ان اي جزء من اجزاء الخلية العصبية ممكن ان يشارك في تكوين المشبك والمشابك كما في الشكل (١٣) وتشمل :-

١ . مشبك محوار - جسدي axo – somatic synapse

ويكون بين محوار خلية وجسد عصبية اخرى .

٢ . مشبك محوار - تغصني axo – dendritic synapse

ويكون هذا المشبك بين محوار خلية وتغصن خلية عصبية اخرى .

٣ . مشبك محوار - محواري axo – axonic synapse

ويكون هذا المشبك بين محوار خلية ومحوار خليه عصبية اخرى .

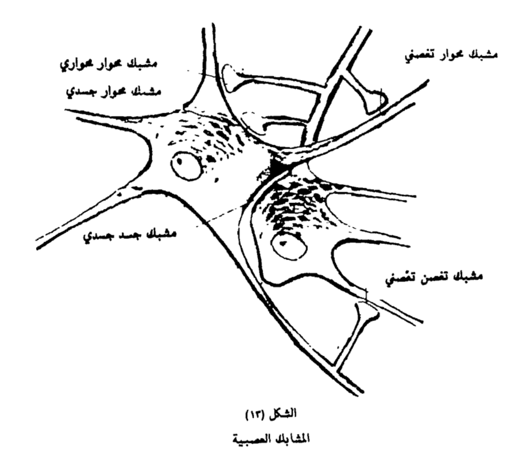
٤ . مشبك تغصن تغصني dendro – dendritic synapse

ويكون هذا المشبك بين تغصنين لخليتين عصبيتين .

٥ . مشبك جسد - جسدى soma – somatic syapse

ويكون هذا المشبك بين جسمي خليتين عصبيتين .

ان العصبون الوارد الى منطقة المشبك يسمى بالعصبون قبل المشبك Presynaptic neurone والعصبون الصادر من منطقة المشبك يسمى بالعصبون بعد المشبك Post synaptic neurone . وتوجد فسحه ضيقة (gap) تفصل بين الغشاء البلازمي للعصبون قبل المشبك والغشاء



الشكل (١٣)
المشابك العصبية

البلازمي للعصبون بعد المشبك ويسمى فلح المشبك او فحة المشبك synaptic cleft or gap وسعته تتراوح بين (١٥٠ ـ ٢٠٠) انغستروم .

والمشابك انواع تعتمد على طبيعة نقل الدفعات خلالها وتشمل المشابك الكهربائية والمشابك الكيمياوية والمشابك المختلطة (كهربائية وكيمياوية) .

المشابك الكهربائية electrical synapses :

سميت بهذا الاسم لان الدفعات تنتقل مباشرة من خلية عصبية الى اخرى من خلال غشائها البلازمي عبر فحة التوصيل gap junction بينهما والتي تكون ذات مقاومة واطئة مما يسهل من انتقال الدفعات عبرها وهذا النوع من المشابك شائع في الحيوانات اللافقرية ويكون نادرا في الجهاز العصبي للانسان .

المشابك الكيمياوية chemical synapse :

ان هذه المشابك اكثر شيوعا في الجهاز العصبي للانسان . تنقل الدفعات العصبية خلالها من خلية عصبية الى اخرى بوساطة الناقلات الكيمياوية .

ان الحوار قبل المشبك يتفرع عادة الى عدة فروع وكل فرع ينتهي بانتفاخ يسمى بالعقدة الانتهائية terminal knobe . أو العقدة المشبكية synaptic knobe .

وتحتوى العقدة الانتهائية على اعداد كبيرة من الحويصلات المشبكية synaptic vesiclesالحاوية على الناقلات العصبية .

ان الناقلات العصبية هي مواد كيمياوية تنتج في اجسام الخلايا العصبية ثم تنتقل الى محاويرها ومنها الى العقد المشبكية لتخزن فيها . وطبيعة هذه المواد المخزونه في الحويصلات المشبكيه تحدد فيما اذا كانت الخلايا العصبية قبل المشابك سوف يكون لها تأثير مثبط او محفز على الخلايا العصبية بعد المشابك . فعند وصول الدفعات الى العقد المشبكية للخلية العصبية تسبب زيادة في نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الكلسيوم ونتيجة لدخول هذه الشوارد الى داخل العقد المشبكية ، تتحرر المادة الكيميائية الناقلة للدفعة العصبية من الحويصلات المشبكية . حيث تمر هذه المادة من خلال فسح المشابك لترتبط مع مستقبلات خاصة بها في الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك . فاذا كان للمادة الكيمياوية تأثير منبه ففي هذه الحالة تزيد من نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الصوديوم مسببتا ازالة استقطاب غشائها فتتولد الدفعة في الخلية العصبية بعد المشبك .

اما اذا كان للمادة الكيمياوية تأثير مثبط ففي هذه الحالة تزيد من نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الكلوريد السلبيه حيث ينتج عن ذلك دخول كميات من شوارد الكلوريد الى داخل الغشاء وبنفس الوقت تزيد نفوذية شوارد البوتاسيوم مما ينتج عنه اخراج كميات من شوارد البوتاسيوم خارج الغشاء ، مما يعزز من استقطاب الغشاء ويجعله اكثر مقاومة للمنبه .

توجد العديد من الناقلات العصبية كأسيتيل كولين acetylcholine والذي يعمل ناقلة كيمياوية منبهة في معظم المشابك العصبية . اما حمض غاما امينوبيوتريك (Gamma amino butric acid (GABAفهو ناقلة مثبطه في مشابك الجهاز العصبي المركزي . كذلك توجد ناقلات اخرى مثل الهستامين Histamine ودوبامين Dopamineوالسيروتونين Serotoninوغيرها .

الخواص الفزيولوجيه للشابك

Physiological properties of the synapses

١ . التوصيل احادي الاتجاه One – Way conduction

ان من خواص المشبك الكيمياوي ان الدفعة عندما تصل الى الخلية العصبية قبل المشبك تسبب تحرر الناقلة الكيمياوية التي تسبب ازالة استقطاب الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك . وهذا يوضح انتقال الدفعات من الخلية قبل المشبك الى الخلية بعد المشبك بوساطة الناقلة الكيمياوية . ولكن لو حصل العكس ووصلت دفعة عصبية الى جسم خلية عصبية بعد المشبك او امتداداتها فانها لن تنتقل الى العصبون الوارد (قبل المشبك) . وذلك لانعدام الناقلة الكيمياوية في الغشاء في منطقة المشبك للعصبون الصادر (بعد المشبك) . وهذا يعني ان الدفعات تنتقل عبر المشابك العصبية باتجاه واحد اي من العصبون الوارد الى العصبون الصادر ولايحدث العكس .

٢ . الكامن بعد المشبك لمستثار Exitatory post synaptic potential

ان الدفعة تسبب تحرر كية قليلة من الناقلة الكيمياوية من العصبون قبل المشبك ، حيث تتحد هذه الناقلات مع مستقبلات خاصة بها في غشاء العصبون بعد المشبك مما يسبب دخول كية من شوارد الصوديوم الى داخل الغشاء ينتج عنه الاقلال من كامن الراحة . ولكن هذا التغير الموضعي في استقطاب الغشاء لايصل الى الحد العتبي لهذا السبب لاتتولد دفعة عادة في العصبون بعد المشبك . وهذا التغيير الوقتي في كامن الراحة يزيد من قابلية الخلية للتنبه ويسمى الكامن بعد المشبك المستثار والذي يستمر فترة قصيرة ثم يزول . ومن الممكن ان تتجمع هذه الكوامن بعد المشبك الاستثاري بعضها مع البعض ويصل تأثيرها الى الخلية العصبية بعد المشبك ، فاذا كان مجموعها كافيا لانقاص استقطاب الغشاء الى حد الانفجار ادى ذلك الى توليد دفعة في الخلية العصبية بعد المشبك .

والتجمع نوعان :

أ . تجمع حيزي Spatial summation والذي يشمل تجمع الكوامن بعد المشبك الاستثاري لاكثر من مشبك وفي نفس الوقت .

ب . تجمع وقتي Temporary summation والذي يشمل تجمع عدة كوامن بعد المشبك الاستثاري لعدة دفعات سريعة ومتتالية تصل مشبك واحد.

٠٣ الكامن بعد المشبك المثبط Inhibitory post synaptic potential ان الكامن بعد المشبك الاستثاري يزيد من قابلية الخلية للتنبه بينما الكامن بعد المشبك المثبط يزيد من صعوبة ازالة استقطاب غشاء الخلية العصبية بعد المشبك .ان الدفعة تحرر ناقلة كيمياويه مثبطه (من العصبون قبل المشبك) والتي بدورها تزيد من استقطاب غشاء العصبون بعد المشبك بسبب الزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد كل من الكلوريد والبوتاسيوم. ان دخول الشوارد السلبية الى الغشاء وخروج الشوارد الموجبه منه تزيد من صعوبة تنبيهه . وهذا التغير الموضعي في استقطاب غشاء العصبون بعد المشبك يزول بعد فترة قصيره .

والكوامن بعد المشبك المثبط ممكن ان تضاف بعضها مع البعض وكذلك تتجمع تجمعا حيزيا او وقتيا مثل ذلك الذي يحدث لكوامن بعد المشبك الاستثاري .

ان الاقلال او الزيادة في استقطاب غشاء الخلية العصبية بعد المشبك يقرره عاملان :

أ٠ نوع الناقلة الكيمياوية التي تنتجها الخلية العصبيه قبل المشبك.

ب٠طبيعة المستقبلات في الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك .

ان العصبون قبل المشبك ينتج عادة نوعاً واحداً من الناقلات الكيمياوية اما الغشاء البلازمي للعصبون بعد المشبك فربما يحتوى على كلا المستقبلات الاستثاريه والمثبطه لهذا ان العصبون بعد المشبك يظهر استجابات مختلفة تبعا لاختلاف الناقلات الكيمياويه والتي تطلق في محيطه.

٤ . آجل المشبك Synaptic Delay تستغرق الدفعة خلال المشبك حوالي ٥ر٠ ميلي ثانية لتولد كامن بعد المشبك الاستثاري في العصبون بعد المشبك .وهذا الفرق في الزمن يسمى بآجل المشبك ويعود للوقت الذي تستغرقه الناقلة الكيمياوية المتحرره من غشاء العصبون قبل المشبك لتمر في الفسحة المشكيه حتى تصل الى الغشاء البلازمي للعصبون بعد المشبك لتولد تغيراً في استقطابه.

٥ . تعب المشبك Synaptic Fatigue :

لو نبه العصبون قبل المشبك وبتكرار عال يلاحظ بعد فترة ان استجابة العصبون تقل بعد المشبك ثم تنعدم استجابته . ويعود هذا لقلة الناقلة الكيمياوية او استنفادها في المشبك والتي سببتها التنبيهات المتكررة والسريعة للعصبون الوارد (قبل المشبك) ولكن بعد فترة قصيره من ازالة تأثير المنبه سوف تتمكن الخلية العصبية من تكوين الناقلة الكيمياوية وتعود الى حالتها الطبيعية .

الجهاز العصبي المركزي

Central Nervous System (CNS)

حفظ الجهاز العصبي المركزي

يحافظ على الجهاز العصبي المركزي من الصدمات والشدة الخارجية بوساطة تراكيب عظمية وغشائية وسائليه وكما يلي :ـ

اولا ـ التراكيب العظمية (الجمجمه والعمود الفقرى) :

الجمجمة : تتكون من قسمين من العظام : العظام الوجهيه والعظام القحفيه ويحفظ الدماغ داخل عظام التجويف القحفي والتي تتكون من ثمانية عظام وتشمل :ـ

العظم الجبهي Frontal bone، والعظمين الجداريين Parietal bones والعظمين الصدغيين Temporal bones، والعظم القذالي Occipital bone، والعظم الغربالي **ethmoid bone** والعظم الوتدي Sphenoid bone.

العمود الفقري : يحفظ النخاع الشوكي داخل قناة العمود الفقري والتي تتكون من مجموع ثقوب الفقرات التي تتركب الواحدة فوق الاخرى . ويتألف العمود الفقري من الفقرات (Vertebrae)العنقية Cervical والصدرية Thoracic والقطنية Lumber والعجزيه Sacral والعصعصيه Coccegyeal .

ثانيا ـ التراكيب الغشائية (السحايا Meninges) :ـ

السحايا اغشية تغلف الجهاز العصبي المركزي وتشمل على :ـ

١ ـ الام الجافيـة (dura mater) ٢ ـ الغشاء العنكبوتي (arachnoid) ٣. الام الحنون (Pia mater) .

يحفظ الدماغ بوساطة السحايا القحفيه والتي هي متصله (أمتدادا) بالسحايا النخاعية التي تحفظ النخاع الشوكي .

الام الجافية : تشمل الغشاء الخارجي للسحايا ، وهي غشاء ليفي يغلف الجهاز العصبي المركزي . وتنقسم الام الجافيه في التجويف القحفي الى قسمين وهما الغشاء الخارجي ويلتصق كليا مع عظام القحف ليكون السمحاق Periostium

والغشاء الداخلي الدي يعلف الدماغ ويكون امتدادا للغشاء الذي يغلف النخاع الشوكي .

تكون الام الجافيه طيه وسطية عمودية ، منجلية الشكل تفصل نصفي المخ وتسمى منجل المخ Falx cerebri . كذلك تكون الام الجافيه طيه اخرى مستعرضه تفصل بين المخ والمخيخ وتسمى خيمة المخيخ Tentorium cerebelli . تحتوى الام الجافيه على قنوات مملوءة بالدم تسمى جيوب الام الجافيه وتحتوى على الدم الوريدي الذي ينتقل بعد ذلك بوساطة الاورده الى القلب .
الغشاء العنكبوتي : ويكون الغشاء الوسطي في السحايا وسمي بهذا الاسم لكونه مشابها لنسيج العنكبوت والطبقه الخارجيه للغشاء العنكبوتي تكون متداخله مع الام الجافيه بينما هناك فراغ يفصله عن الام الحنون ويسمى بالحيز تحت العنكبوتي Sub arachnoid space ويحتوى على السائل المخي النخاعي Cerebro spinal fluid (CSF) .
الام الحنون : تكون الغشاء الداخلي للسحايا وهي غشاء رقيق جدا يلتصق تماما مع الدماغ والنخاع الشوكي . تغلف الام الحنون الاوعية الدموية عند دخولها الى الدماغ حيث تساهم في عملية اعاقة حركة بعض الكيمياويات بين مجرى الدم والانسجة العصبية اي انها تساهم في بناء الحائل الدموي الدماغيBlood – brain – barrier.ان السحايا النخاعية الثلاثة تغلف الاعصاب النخاعية حتى نقطة خروجها من القناة الشوكية من خلال الثقوب بين الفقرات .

ثالثا ـ التركيب السائلي : السائل المخي النخاعي (CSF)يعمل وسادة لامتصاص الصدمات وحماية الجهاز العصبي المركزي . ان حجم هذا السائل يبلغ حوالي ١٢٥ ميلي متر ويكون صافيا ، عديم اللون ، يحتوى على مواد بروتينيه ، وغلوكوز ، واملاح وبعض الانواع من الخلايا البيض . يتكون السائل المخي النخاعي كراشح من الضفائر المشيميه Choroid plaxusesالموجودة في البطينات والتي هي عبارة عن شبكه من الاوعية الدموية الشعرية .

دوران السائل المخي النخاعي CSF – Circulation

ان السائل المتكون في البطينين الجانبيين ينتقل الى البطين الثالث عن طريق الفتحة بين البطينين ثم الى البطين الرابع عن طريق المسال المخي Cerebral aqueduct ثم الى الحيز تحت العنكبوتي عن طريق ثقب لوشكا .
Foramen of Luschkaوثقب ماجندى Foramen of Magendiحيث يصل الى

الجزء الخلفي من الدماغ ثم يمر السائل باتجاه الاسفل خلف النخاع الشوكي ثم الى امامه ويتجه الى الاعلى ليصل الى الجزء الامامي من الدماغ . ان السائل المتكون في القناة المركزية للنخاع الشوكي يصب في البطين الرابع .

تبدأ عملية امتصاص السائل المخي النخاعي من الحيز تحت العنكبوتي الذي يحيط بالدماغ الى الجيب السهمي العلوي Superior sagital sinus بوساطة الزغابات العنكبوتيه arachnoid villi.

البزل القطني Lumber Puncture:

ان النخاع الشوكي هو اقصر من القناة التي تحويه . حيث يمتد النخاع الشوكي فقط الى منطقة الفقره القطنيه الثانيه . يتفرع بعد هذا المستوى الى الاعصاب النخاعية التي تسير الى الاسفل مكونة ما يسمى بذيل الحصان Cauda equina . بما ان الحيز تحت العنكبوتيه يمتد الى الشدفه العجزيه الثانية لذلك يتم البزل القطني عادة في المنطقة بين الفقره القطنية الثالثه والرابعه ، يستفاد من البزل القطني لاستقصاء investigation بعض الامراض التي تصيب الجهاز العصبي وذلك بأخذ عينه من السائل المخي النخاعي وكذلك تزرق مادة معتمه في نفس المنطقة التي يسحب منها السائل النخاعي وبعدها تؤخذ عدة صور شعاعيه للفقرات لتوضح فيما اذا كانت القناة النخاعية سليمه او مصابه بانسداد جزئي او كلي . تعطى احيانا بعض الادوية عن طريق البزل القطني لعلاج بعض الالتهابات التي تصيب الجهاز العصبي .

الدماغ The brain :

هو احد اكبر الاعضاء في الجسم ويزن حوالي ١٫٣ كغم ، ان المساحة السطحية للدماغ تزداد بدرجة كبيرة جدا بوساطة الطيات المتعددة المحدبة الشكل تسمى تلافيف gyri . تفصل هذه الطيات بواسطة شقوق Fissures او اتلام Sulci. ويتكون الدماغ من الاقسام الاتية وكما هو موضح في الشكل (١٤) .

الفص الجداري المخ

الفص الجبهي

الفص القذالي

التلم الجانبي

الفص الصدغي

المخيخ

الجسر

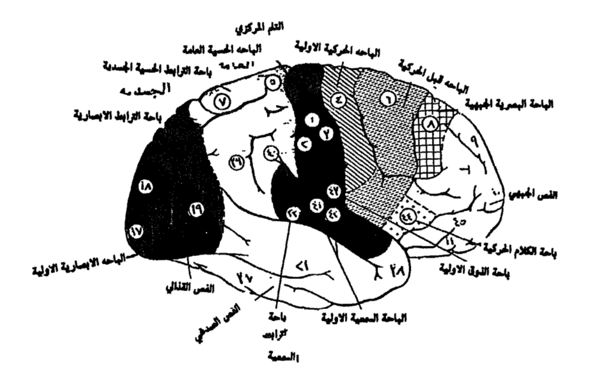
البصلة

النخاع الشوكي

الشكل (١٤) الدماغ

المخ Cerebrum : يمثل الجزء الاكبر من الدماغ كما ان وجود الشق الطولي Longitudinal fissure يفصل المخ الى نصفين ايمن وايسر ويدعى كل منهما نصف كرة المخ Cerebral hemisphere . ويتصلان احدهما مع الاخر بوساطه حزمه كبيره من الالياف المستعرضه تدعى الجسم الثفني Corpus callosum ويقسم كل نصف الى اربعة الى فصوص بوساطة الشقوق والاتلام فالتلم المركزي Central sulus يفصل الفص الجبهي Frontal Lobe عن الفص الجداري . والتلم الجانبي Lateral sulcus يفصل الفص الجبهي عن الفص الصدغي Temporal Lobe والتلم القذالي الجداري Occipito Parietal sulcus يفصل الفص الجداري عن الفص القذالي Occipital Lobe .

ومن الناحية التركيبية يتكون المخ من المادة الرمادية او السنجابية والمادة البيضاء :
المادة الرمادية او السنجابية : وتشمل المادة الخارجية للمخ بسمك حوالي ٢ ـ ٤ ميلي متر



الشكل (١٥) : الباحات الوظيفية للمخ

وتدعى قشرة المخ حيث تتكون بصورة رئيسة من اجسام الخلايا العصبية التي يبلغ عددها حوالي ١٥ بليون خليه عصبية . ومكونات قشرة المخ هي الباحات الحركية ، والمناطق الحسية ومناطق الترابط وكما هو موضح في الشكل (١٥) وكما يأتي :

الباحات الحركية (Motor areas): واهم هذه الباحات مايأتي :-

الباحة الحركية الاولية (المنطقة ٤) Primary motor area : وتقع في التلفيف قبل المركزي من الفص الجبهي . ان تنبيه هذه المنطقة يؤدي الى تقلص العضلات في الجزء المعاكس من الجسم .

الباحة قبل الحركية (المنطقة ٦) Premotor area : وتقع قبل الباحة الحركية الاولية وتسيطر على الحركات التي تحتاج الى مهاره .

الباحه البصرية الجبهية (منطقة ٨) Frontal eye Field area : وتسيطر على الحركة الارادية لعضلات العين .

باحة اللغة Language areaوالتي تسيطر على العضلات المسؤولة عن التنفس والكلام . أن تلف هذه المنطقة قد يؤدي الى فقدان الكلام (الحبسه) aphasiaو فقدان الكتابة (اللاكتابيه) Agraphia .

الباحات الحسية : Sensory areas

الباحة الحسية العامة او الباحه الحسية الجسدية

General sensory area or somesthetic area

تقع مباشرة بعد التلم المركزي اي في التلفيف بعد المركزي Post cerbral gyrus للفص الجداري . تتسلم هذه الباحة الاحاسيس من المستقبلات الموجوده في الجلد والاحشاء والعضلات لمختلف انحاء الجسم .

وتمثل الباحات الحسية العامة كل من الباحه ١ ، ٢ ، ٣ كما في الشكل (١٥) . ان حجم الباحة الحسية لا يتناسب مع حجم ذلك الجزء من الجسم الذي تأتي منه الاحاسيس فمثلا نلاحظ الباحة الحسية التي تتسلم المنبهات الحسية من الشفتين هي اكبر كثيرا من الباحه الحسية التي تتسلم المنبهات الحسية من جذع الجسم .

باحة الترابط الحسية الجسدية Somesthetie association area

تقع خلف الباحه الحسية العامة وتستلم المنبهات من المهاد والباحة الحسية العامة وباحات اخرى من الدماغ . ان الوظيفة الرئيسية لهذه الباحة هو قيامها بعملية تكامل المنبهات الحسية وتفسيرها . حيث يمكن التعرف بوساطة هذه المنطقة على الشكل المضبوط ، وطبيعة اي جسم وعملية التمييز بين جسم واخر بوساطة التحسس فقط اي بدون النظر اليهم . كذلك تقوم هذه الباحه بتخزين الاحاسيس السابقة للموازنة مع الاحاسيس الجديدة .

الباحات الحسية الخاصة Areas of Special senses تشمل :

١ ـ الباحة الابصارية الاولية (الباحه ١٧) Primary visual area : تقع في السطح الوسطي للفص القذالي وتتسلم التنبيهات الحسية من العين حيث تقوم بتمييز شكلها ولونها .

٢ ـ باحة الترابط الابصارية (الباحة ١٨ ، ١٩) . Visual assoiation area :
وتقع في الفص القذالي تتسلم هذه المنطقة الاشارات من الباحه البصرية الاولية وكذلك من المهاد . حيث انها توازن هذه الاشارات (المنبهات) مع الخبره البصرية السابقة للتعرف على الشيء الحالي المرئي .

٣ ـ الباحه السمعية الاولية (الباحه ٤١ ، ٤٢) : Primary auditary area :وتقع في الجزء العلوي من الفص الصدغي . تقوم هذه المنقطة بتفسير الصفات الاساسية للصوت كلحن الصوت (Pitch)واتزان او نظم الصوت (rhythm) .

٤ ـ باحة الترابط السمعية (الباحه ٢٢) : Auditary associatio area :
وتقع في اسفل المنطقة السمعية الاولية في قشرة الفص الصدغي . تقوم هذه المنطقة بتمييز الصوت وتحديده اذا كان كلاما او موسيقى او مجرد ضجيج . كذلك تقوم بتفسير معاني الكلام .

٥ ـ باحة الذوق (المنطقة ٤٣) Gustatory area : تقع في قاعدة التلفيف بعد المركزي في قشرة الفص الجداري وتقوم بتفسير الاحساسات التي لها علاقة بالذوق .

٦ ـ الباحه الشمية Olfactory area : تقع في الجزء الوسطي من الفص الصدغي . تقوم بتفسير الاحساسات التي لها علاقة بالشم .

٧ ـ باحة المعرفة (المنطقة ٥ و ٧ و ٣٩ و ٤٠) Gnostic area: وتعتبر منطقة تكامل عامة تتسلم المنبهات من باحة الترابط الحسية الجسدية الرابطة وباحة الترابط الابصارية وباحة الترابط السمعية وباحة السمع وباحة الذوق والمهاد ومن الباحات السفلية لجذع الدماغ . اي انها تقوم بتسلم المنبهات من الباحات الحسية الرابطة ومن المناطق الاخرى ثم تقوم بعملية تكامل لتفسيرات الاحاسيس المختلفة ومن ثم تعطي اشارة متكاملة الى اجزاء اخرى من الدماغ ليقوم بالاستجابه لتلك المنبهات الحسية .

باحات الترابط Association areas : وتتكون من المسالك الرابطة association tracts التي تربط المناطق الحركية مع المناطق الحسية . وتشمل قشرة المخ للمنطقة الجانبية من الفص القذالي ، والصدغي ، والجبهي والجداري . وتهتم هذه المناطق بالذاكرة والعاطفة ، والرغبة والقرار والصفات الشخصية والذكاء .

المادة البيضاء : The White Matter

تقع تحت القشرة ،وتتكون من المحاور النخاعية التي لها ثلاثة اتجاهات رئيسة :

ا ـ الالياف التي تنقل الحوافز بين التلافيف في النصف الواحد من المخ .

ب ـ الالياف التي تنقل الحوافز من تلفيف في احد النصفين الى التلفيف المناظر في النصف الثاني .

جـ ـ الالياف التي تكون المسلك النازل او المسلك الصاعد Ascending or descending tractمن المخ الى الاجزاء الاخرى من الدماغ والنخاع الشوكي .

العقد القاعدية (أنوية المخ) Basal ganglia (Cerebral nuclei) :

وهي ازواج من الكتل السنجابية موجودة في كل نصف من المخ . وكل كتله تحتوى على مجموعة من اجسام الخلايا العصبيه ، وتتكون العقد القاعديه من :ـ

١ ـ الجسم المخطط Corpus striatumويتكون من :ـ

أ ـ النواة المذنبه caudate nucleus

ب ـ النواة العدسية Lentiform nucleus : وتشمل اللحاء Putamen (الذي يمثل الجزء الجانبي) والكره الشاحبة globus pallidus (التي تمثل الجزء الوسطي) .

جـ ـ المحفظة الداخلية internal capsule وتتكون من مجموعة من المسالك الحسية والحركية البيضاء والتي تربط قشرة المخ مع جذع الدماغ والنخاع الشوكي .

٢ ـ النواة العائقة claustrum nucleus وتكون على شكل صفيحة من المادة السنجابية الموجودة على جانب اللحاء .

٣ ـ النواة اللوزية amygaliod nucleus وتقع بالقرب من ذيل النواة المذنبه .

٤ ـ المادة السوداء substancia nigra

٥ ـ النواة دون المهاد subthalamic nucleus

٦ ـ النواة الحمراء red nucleus

ان هذه التراكيب المختلفة والتي تمثل النوى القاعدية ترتبط بعضها مع البعض بوساطة الياف عصبيه . كذلك ترتبط مع قشرة المخ ، المهاد ، والوطاء والنخاع الشوكي . لذا فأن هذه النوى تقوم بوظيفة السيطرة على الكثير من الفعاليات الحركية الارادية .

كـذلـك تسيطر هـذه النـوى على معظم الحركات الـذاتيـة (دون الشعـور subconsious) للعضـلات الميكيليـة كحركـة الاطراف العليـا اثنـاء المشي او حركة الاطراف السفلى اثناء سياقة الدراجه او سياقة السيارة .

وبصورة اجمالية فأن النوى القاعدية تقوم بتنظيم التوتر والشد العضلي اثناء حركة الجسم .

ان افة العقد القاعدية او اضطرابها يرافقها حركات غير طبيعية في الجسم كالرعاش Tremor وكـذلـك زيـادة في تـوتر العضلات الثـانيـة والبـاسطـة ومثـال ذلـك داء بركنسـون Parkinson's disease . واذا كانت الاصـابـة شـديـدة فقـد تـؤدي الى الشلل النصفي في جهة الجسم الاخرى وخاصة عنـدمـا تصـاب النواة المـذنبه بـالافـة كالذي يحدث في حالة السكته . cerebrop vascular accident

المخيخ Cerebellum

يشغل الجزء السفلي من تجويف الجمجمه ويفصل عن المخ بوسـاطـة الشق المستعرض Transsverse Fissure وبـوسـاطـة جـزء من غشـاء الام الجـافيـه والـذي يسمى خيـمـة المخيـخ Tentorium cerbelli يتكـون سطـح المخيـخ (القشرة) من المادة السنجابيه وتكـون على شكل شرائح او صفيحات وتسمى بالورقـات Folia . يـوجـد تحت القشرة المـادة البيضـاء والتي تكـون المسـالـك (Tracts) يتخلل المـادة البيضـاء كتـل من المادة السنجابيـة تمثل نـوى المخيـخ واهمهـا النـواة المسننـة Dentate nucleus . ان المقطع العرضي للمخيخ يعطي شكل شجرة متفرعة .

يتكـون المخيـخ من نصفي كره (أيمن وايسر) Right and Left hemispher يقسم كل نصف كره الى فصـوص .فمثلا يهتم الفص الامـامي الخلفي بـالحركات دون الشعور للعضلات الميكليه . والفص العقدي المتوج Flocculonodular Lobe يهتم باحساس التوازن . ويعتبر المخيخ منطقـة حركيـة للـدمـاغ ، ويهتم بصورة رئيسـة بـالحركات دون الشعور للعضلات الميكلية وبـذلـك يقوم بتنظيم التـوازن والـوضـع Posture والتنـاسـق Coordination اي ينظم الحركات العضلية كذلك يقوم بتنظيم و تنسيق الحركات العضلية التي تبداها المراكز العصبيـة الحركيـة الاخرى كقشرة المخ الحركيـة او النـوى الحركيـة او النخـاع الشـوكي ، وذلـك من خلال السيطرة على التوتر العضلي والمنعكسـات الوضعيـة وتـوازن الجسم . ان أصابات المخيخ سواء بـداء او شـدة خـارجيـة قـد يؤدي الى ظهور اعراض في جهـة الجسم

تناظر نفس الجهة المصابه في المخيخ . ومن الاعراض التي تظهر على المريض اضطراب المشي وفقدان التوازن وحيث ان المريض يميل الى السقوط الى نفس الجهة المصابة من المخيخ وكذلك وجود اضطرابات في الكلام وفقدان تنظيم تقلصات العضلات وتنسيقها كالرعاش والرنح ataxiaواحيانا غثيان شديد sever nausea .

جذع الدماغ Brain Stem

ويتكون من البصله والجسر والدماغ المتوسط .

ألبصلة (النخاع المستطيل) Medulla oblongata : تكون القسم الاسفل لجذع الدماغ وهي مكملة للنخاع الشوكي . تحتوى على المسالك النازلة والصاعده التي تربط النخاع الشوكي مع بقية اجزاء الدماغ . في القسم البطني للبصله يوجد تركيبان يكون الواحد على شكل مثلث ويسمى الهرم Pyramidوهو يتكون من معظم المسالك الحركية التي تأتي من قشرة المخ الى النخاع الشوكي . ان معظم الالياف الواقعة في الهرم الايمن تعبر او تتصالب Decussationالى الجهة اليسرى والعكس صحيح . وبعد ان تتصالب الالياف تنزل الى الاسفل في الجهة الجانبية للنخاع الشوكي حيث تنتهي في القرن السنجابي الامامي وفي هذه المنطقة تتشابك مع العصبونات الحركية التي تزود العضلات الهيكلية ان هذا التصالب يوضح كيف ان المناطق الحركية اليمنى في قشرة الدماغ تسيطر على حركة العضلات في الجهة اليسرى من الجسم والعكس صحيح .
الجهة الظهرية من البصله تحتوى على زوجين من الانوية وهما النواة الاسفينية cuneatue nucleusوالنواة الناحلة Gracilles nucleusاليمنى واليسرى .

تتسلم هذه النوى الالياف الحسية من المسالك الصاعدة والحزم او المسالك الاسفينية والناحلة اليمنى واليسرى . ان معظم المسالك الحسية تتصالب في البصله .
وفضلا عن وظيفة البصله بوصفها طريقا لتوصيل الدفعات الحسية والحركية بين الدماغ والنخاع الشوكي فانها تسيطر على الوعي والاثارة من خلال وجود التكوين الشبكي (وهي مناطق متفرقه من المادة السنجابيه تتخللها الالياف البيضاء) ، علما ان قسما من التكوين الشبكي يقع ايضا في النخاع الشوكي ،والدماغ المتوسط ،والدماغ البيني والجسر . وتحتوى البصله على مراكز لثلاثة منعكسات مهمه :-

١) المركز القلبي الذي ينظم تسارع القلب وقوة تقلص عضلات القلب .
٢) المركز التنفسي الذي ينظم عملية التنفس .
٣) المركز المحرك الوعائي الذي ينظم قطر الوعاء الدموي . كذلك تحتوى البصله على مراكز اقل اهمية من التي سبق ذكرها .

ومنهـا مركـز (البلـع ، والسعـال ، والتقيـوء ، والعطـاس والفـواق Hiccup)
.تحتـوى البصلـه على انـويـه بعض الاعصـاب القحفيـه ومنهـا العصب الثـامن (السمعي)
، والتاسع (اللساني - البلعومي) والعاشر (المبهم) والجزء القحفي من العصب الحادي عشر
(العصب الاضافي) والعصب الثاني عشر (تحت اللساني) .
يـوجـد على السطـح الخـارجي وعلى جـانبي البصلـه بروز يـدعى الجسم الـزيتـوني
Olivary bodyوالـذي يحتـوى على النـوى الـزيتـونيـه التي ترتبـط بـالمخيـخ
بوسـاطـة المسلـك الزيتوني المخيخي Olivocerebellar tract . ان معظم النوى الـدهليزيـه
Vestebular(الجـانبيـه ، والوسطيـة والسفلى) تقع في البصلـه ، ووظيفـة هـذه النـوى هي
مساعدة الجسم على المحافظة على التوازن .

الجسر Pons :

يقع الجسر مبـاشرة فوق البصلـه وامـام المخيخ . وكما في البصلـه فـالجسر يتكـون من
الياف بيضاء تنتشر فيها بعض النوى . سمي بالجسر لانه يربط اجزاء الدمـاغ بعضهـا مع
البعض ويكون ذلك عن طريق ألياف ذات اتجاهين :ـ
أ) الاليـاف المستعرضـة Transverse Fibersالتي ترتبـط بـالمخيخ من خلال سويق المخيـخ
الاوسط .
ب) الالياف الطويلة التي تعود الى المسالك الحركية والحسيـة التي تربـط النخـاع الشوكي
والبصله مع الجزء العلوي من الدماغ الاوسط .
يحتـوى الجسر على بعض انـويـة الاعصـاب القحفيـه ومنهـا نـواة العصب الخـامس ،
والسادس والسابع ونواة الفرع الـدهليزي من العصب الثـامن . كـذلـك يحتوى الجسر على
بعض النوى التي تسيطر على عمليـة التنفس ، فضلا عن النوى الموجـودة في البصلـة والتي
تنظم عملية التنفس .

الدماغ المتوسط (Mesencephalone) Midbrain :

يمتد الدماغ المتوسط من الجسر الى الـدمـاغ البيني . يمر من خلال الـدمـاغ المتوسـط
المسال المخي والـذي يربـط البطين الثـالث (من الاعلى) مع البطين الرابع (من الاسفل) .
يحتوى الجزء البطني من الدماغ المتوسط على زوج من الالياف تسمى السـويقـات المخية
Cerebral pedunclesوهي تمثل الاتصال الرئيس بين القسم العلوي من الـدمـاغ مع القسم

السفلي من الدماغ والبصله . تحتوى هذه السويقات على الياف حركية تنقل الحوافز من المخ الى الجسر والنخاع الشوكي وكذلك تحتوى على الياف حسية تنقل الحوافز من النخاع الشوكي الى المهاد .

يسمى الجزء الظهري من الدماغ المتوسط السقف Tectum ويحتوى على اربعة بروزات ،اثنان يسميان الاكيمتان العلويتان Superior colliculi والاثنان الاخريان يسميان الاكيمتان السفليتان Inferior colliculi . الاكيمتان العلويتان تمثلان مراكز منعكسات حركة العين والراس كأستجابه لمنبهات العين والمنبهات الاخرى . والاكيمتان السفليتان تمثلان مراكز منعكسات حركة الراس والجذع كاستجابة للمنبهات السمعيه . يحتوى الدماغ المتوسط على المادة السوداء وهي نواة كبيرة تقع بالقرب من السويق . ان النواة الرئيسة في الدماغ المتوسط التابعة للتكوين الشبكي reticular Formation هي النواة الحمراء والتي تنتهي فيها الالياف القادمة من المخ والمخيخ وهي مركز لخلايا مسلك الحمراء ـ النخاعي rubro – Spinal tract .

يحتوي الدماغ المتوسط على بعض النوى لبعض الاعصاب القحفية كالعصب الثالث (العصب المحرك للعين) الذي يعني بحركة العين وتغيير حجم البؤبؤ وشكل العدسة كذلك نوى العصب الرابع (العصب البكرى) والتي تحرك كرة العين .

يوجد في الدماغ المتوسط تركيب يدعى الفتيل الانسي Medial Lemniscus الذي يكون مشتركا بين الجسر والبصله والدماغ المتوسط . ان الفتيل الانسي هو حزمة من الالياف البيضاء والتي تحتوى على محاوير تحمل وتنقل احاسيس اللمس الناعم واحساسيس المستقبل الحسي العميق Proprioceptive senastions واحاسيس الذبذبات من البصلة الى المهاد .

الدماغ البيني Diencephlon :

يتكون الدماغ البيني بصورة رئيسة من المهاد والوطاء .

المهاد Thalmus

ان المهاد هو تركيب بيضوى يقع فوق الدماغ المتوسط ويكون حوالي اربعة اخماس الدماغ البيني .

يتكون المهاد بصورة رئيسة من المادة السنجابيه والتي تحتوى على العديد من النوى ومنها مجموعة النواة الامامية ، ومجموعة النواة الوسيطة ومجموعة النواة الجانبية .

يعتبر المهاد المحطة الرئيسة لاعادة ارسال الدفعات الحسية التي تصل اليه من البصله وجذع الدماغ والمخيخ الى قشرة المخ . ومن هذه الحواس هو حس البصر Vision الذي يعاد ارساله بوساطة كل من النواة الركبيه الانسية والجانبيه .
Medial and Lateral geniculate nuclei
اما الحس العام والذوق فيعاد ارساله بوساطة النوى البطنيه الخلفية Ventral Posterior nuclei . ان بعض نوى المهاد تعتبر مركزا لمشابك الياف الجهاز الحركي الجسدي . يعمل المهاد مركزا لتفسير بعض المنبهات الحسية كالالم والحرارة والضغط واللمس الخشن ، اما النواة الامامية فوظيفتها الاهتمام بالعواطف والذاكره .

الوطاء Hypothalamus :

يعتبر الوطاء مركز سيطرة وتكامل للجهاز العصبي المستقل الذي يحفز العضلات الملساء وينظم سرعة تقلصات عضلات القلب ويسيطر على افراز العديد من الغدد . وذلك من خلال وجود اجسام بعض الخلايا العصبية التي تكون محاويرها مسلكا (حزمه) من المهاد الى مراكز الجهاز العصبي المستقل (الودي واللاودي) في جذع الدماغ والنخاع الشوكي . اذ ان المهاد من خلال الجهاز العصبي الودي .
١ - ينظم فعاليات الاحشاء كتنظيم سرعة القلب وحركة الطعام خلال الجهاز الهضمي وتقلصات المثانه .
٢ - يساهم في تسلم الحواس القادمة من الاحشاء .
٣ - ينظم الشعور بالغيظ والعدوان rage and agresion.
٤ - يسيطر على درجة حرارة الجسم الطبيعية . اذ ان بعض خلايا المهاد تعمل ناظما للحرارة Thermostate ، فاذا كانت حرارة الدم القادم الى الوطاء اكثر من الطبيعي فانه يرسل حوافز (الدفعات) عن طريق الجهاز العصبي المستقل لتسبب توسع الاوعية الدموية الجلدية وزيادة التعرق والتي تساعد على فقدان الحرارة من الجلد وبالعكس اذا كانت حرارة الدم القادم الى الوطاء اقل من الطبيعي فانه يرسل حوافز تسبب تقلص الاوعية الدموية الجلدية وكذلك يقلل التعرق فتقل عملية فقدان الحرارة .
ينظم الوطاء تناول الغذاء عن طريق مركز الاطعام Feeding center ومركز الشبع Satiety center الذي يحفز بوساطة الحس بالجوع من المعده

الفارعه . وعند تناول كمية كافية من الطعام يتم تحفيز مركز الشبع الذي بدوره يرسل حوافز تثبط مركز الاطعام .

يحتوي الوطاء على مركز العطش Thirst center . حيث ان بعض خلايا الوطاء تتحفز عندما يقل حجم السوائل الخلاليه فتولد الشعور بالعطش . يعتبر الوطاء احد المراكز التي تنظم حالة اليقظه والنوم ويتميز الوطاء بكونه الوسيط الرئيس بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم (اللذين يسيطران على فعاليات الجسم) حيث يقع الوطاء فوق الغده النخاميه التي تعتبر من اهم الغدد الصماء في الجسم .

يتحسس الوطاء عند حدوث اي تغير في استتباب الجسم ويفرز عوامل كيمياوية (الهرمونات) التي تحفز الغده النخامية او تثبطها كذلك يصنع الوطاء هرمون فازوبريسين Vasopressin وهرمون سيتوسين Oxytocine وهذان الهرمونان يخزنان في الفص الخلفي من الغده النخاميه ويفرزان منه الى الدم عند حاجة الجسم لها . وبهذا يمكن اعتبار الوطاء غدة صماء ايضا .

امواج الدماغ Brain Waves :

ان الدماغ يمكنه ان يولد نشاطا كهربائيا ينتج عن مجموع ملايين من الافعال الكامنه . ويمكن تسجيل هذا النشاط الكهربائي من سطح الراس ويسمى مخطط كهربائية الدماغ (E E G) Electro encephalogram

بواسطة جهاز تخطيط كهربائية الدماغ Electro encephalography .

توجد اربعة امواج تنتج من دماغ انسان طبيعي وهي :-

١ - موجات ألفا (Alpha Waves)وتكون على شكل ذبذبات بتردد ١٠ - ١٢ / ثانية . وتختفي هده الموجات في حالة النوم .

٢ - موجات بيتا (Beta Waves)ان سرعة تذبذب هده الموجات تبلغ ١٥ - ٦٠ / ثانية . وتظهر هده الموجات عادة عندما يكون الجهاز العصبي نشطا مثلا عند تسلم منبهات حسية .

٣ - موجات ثيتا (Theta Waves)وتكون سرعة تذبذبها ٥ - ٨ / ثانيه وتحدث بصورة طبيعية عند الاطفال وعند البالغين في حالة الشد او الكرب الانفعالي emotional stress

٤ ـ موجات دلتا (Delta Waves) ان سرعة تذبذب هذه الموجات ١ ـ ٥ / ثانية وتحدث وقت النوم وتكون طبيعية عند الاطفال الخدج في حالة اليقظه . ولكن ظهورها من شخص بالغ يقظ يدل على وجود تلف في الدماغ .

ولذلك يستفاد من تخطيط موجات الدماغ E E G لتشخيص بعض الحالات المرضيه كالصرع epilepsy وكذلك عند اصابة الدماغ بالخمج infection والاورام Tumors او السكته .

الجهاز الحوفي Limbic System :

يتكون الجهاز الحوفي من بعض اجزاء المخ والدماغ البيني ومن اهم مكونات الجهاز الحوفي التراكيب الاتية :ـ

١) الفص الحوفي (Limbic Lobe) ويتكون من تلفيفين :ـ

ا ـ التلفيف الحزامي Cingulate gyrus

ب ـ التلفيف الحصيني Hippocampal gyrus

٢) الحصين Hippocaumpus : وهو امتداد التلفيف الحصيني الذي يصل الى قعر البطين الجانبي او ارضيته .

٣) النواة اللوزيه Amygdaloid nucleus : وتقع في نهاية ذيل النواة المذنبه .

٤) الاجسام الحلمية للوطاء Mammillary bodies of the hypothalamus

وهي كتلتان دائرتيان تقعات بالقرب من الخط الوسطي قرب سويق المخ .

٥) النواة الامامية للمهاد : وتقع في قعر البطين الجانبي او ارضيته . ان مجموعة هذه التراكيب التي تكون الجهاز الحوفي تشكل ما يشبه القوس يحيط بجذع الدماغ.

يهتم الجهاز الحوفي بالوظائف الانفعالية emotional functions من النشاطات السلوكيه Behavioural activties التي تقوم بها جميع اقسام الجهاز العصبي . ومن الوظائف الاخرى للنشاطات السلوكية النوم او اليقظه والوعي .

اما الوظائف الانفعالية التي يهتم بها الجهاز الحوفي فتكون بصورة عامة لا ارادية غايتها المحافظه على الجسم وصيانته وكذلك الحفاظ على النوع وادامته . ومن هذه الوظائف عمليات التغذيه ، والسرور ، والحزن ، والالم ، والغيظ ، والشجار ، والخوف ، والفرار ، وكذلك عمليات الغزل والحب والتزاوج والعناية بالوليد . ولذلك يسمى الجهاز الحوفي احيانا بالدماغ الحشوى او الانفعالي . Visceral or emotional brain

يقوم الجهاز الحوفي بهذه الوظائف من خلال مسالك عصبية وارده حسية خاصة وعامة داخلية او خارجيه ثم يؤثر بوساطة مسالك عصبيه صادره منه الى الوطاء وساق الدماغ والبصله لتؤثر على الجهاز المستقل والجسدي وجهاز الغدد الصماء .

النخاع الشوكي Spinal Cord

النخاع الشوكي هو تركيب اسطواني الشكل مسطح قليلا من الامام والخلف . يبدأ كامتداد للبصله من مستوى الفتحة الكبيرة Foramen magnum الى مستوى الفقرة القطنيه الثانية Second lumber vertebra ويتراوح طوله عند البالغين بين ٤٢ ـ ٤٥ سم .

يوجد تضخمان في النخاع الشوكي . الاول في المنطقة العنقية ويسمى التضخم العنقي cervical enlargement ويمتد من الشدفه العنقية الرابعة الى الشدفه الصدرية الاولى ، حيث تنشأ منه الاعصاب التي تزود الاطراف العليا . والثاني لتضخم القطني lumber enlargementويمتد من الشدفة الصدرية التاسعة الى الشدفة الصدرية الثانية عشرة . وتنشأ منه الاعصاب التي تزود الاطراف السفلى .

يتناقص النخاع الشوكي بعد التضخم القطني تدريجيا مكونا ما يسمى بالمخروط النخاعي conus medullarisوالذي ينتهي في المنطقة مابين الفقرة القطنية الاولى والثانية .

ان بعض الاعصاب النخاعية التي تنشأ من الجزء السفلي للنخاع الشوكي لاتغادر النفق الفقري vertebral canalمباشرة وانما تنحرف الى الاسفل مكونة مايشابه خصله من الشعر تسمى بذنب الفرس cada equina .

ان النخاع الشوكي هو سلسلة من الشدفات متصله الواحدة بالاخرى ، وينشأ زوج من الاعصاب النخاعية من كل شدفه . وينقسم النخاع الشوكي الى الجهة اليمنى واليسرى بوساطة الاخدود الامامي الانسي (وهي اخدود عميق وكبير نسبيا) ، والاخدود الخلفي الانسي (وهي اخدود ضيق وسطحي غير عميق) .

تركيب النخاع الشوكي :ـ

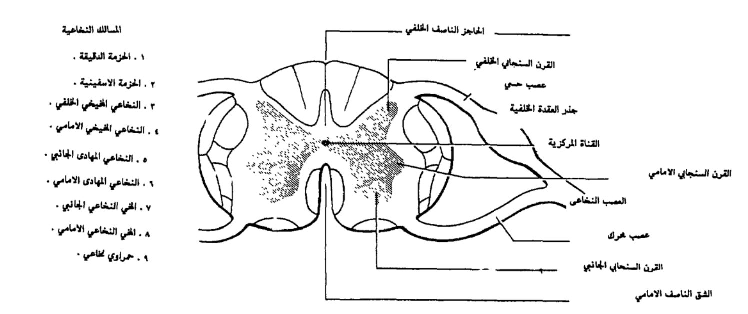
يتكون النخاع الشوكي كما في الشكل (١٦) من التراكيب الاتية :ـ

أ . المادة البيضاء White matter :

التي تمثل الجزء الخارجي للنخاع الشوكي ، وتكونها حزم من المحاوير ذوات الغمد النخاعيني للعصبونات الحركية والحسية .

تنقسم المادة البيضاء الى كل من العمود او الحبل الامامي والخلفي والجانبي (anterior, Posterior and Lateral funiculus).| وكل حبل يتكون من حزمه من

الشكل (١٦)
مقطع عرضي للنخاع الشوكي



الالياف ذات العمود النخاعي كالحزم او المسالك الصاعدة (الحسية) ascending tracts والمسالك النازلة (الحركية) descending tracts .

ب . المادة السنجابيه gray matter

التي تمثل الجزء الداخلي للنخاع الشوكي ، حيث تكون على شكل (H) وتتكون بصورة رئيسة من اجسام الخلايا العصبية والمحاوير عديمة النخاعين لعصبونات حركيه او حسيه او رابطه . وتكون المادة السنجابيه :

١ . القرن السنجابي الامامي anterior gray horn الذي يمثل الجزء الحركي من المادة السنجابيه .

٢ . القرن السنجابي الخلفي Posterior gray horn الذي يمثل الجزء الحسي من المادة السنجابيه .

٣ . القرن السنجابي الجانبي lateral grey horn الذي يقع بين القرن الامامي والخلفي .

تحتوى المادة السنجابيه على عدة نوى التي تعمل كمحطات لاعادة ارسال المنبهات ، وكذلك تكون مصدرا او منشأ لبعض الاعصاب .

جـ . القناة المركزية central canal :

حيث توجد في الوسط وعلى طول النخاع الشوكي وتحتوى على السائل المخي النخاعي الذي يصب في البطين الرابع .

وظيفة النخاع الشوكي :ـ

يعمل النخاع الشوكي على نقل الدفعات الحسية من اجزاء الجسم الى الدماغ ، وكذلك على نقل الدفعات الحركية من الدماغ الى باقي اجزاء الجسم . وتتم هذه الوظيفة عن طريق الحزم او المسالك النخاعيه . اما الوظيفة الرئيسة الثانية للنخاع الشوكي فهي تكامل المنعكسات وتجهيزها وأن كلتا الوظيفتين ضروريتان لادامة استقرار وتجانس الجسم اي الاستتباب .

المسلك tract هو حزمه من الالياف العصبية داخل الجهاز العصبي المركزي .
والمسلك قد يسير مسافة طويلة مثلا من اعلى النخاع الشوكي الى اسفله او بالعكس .
وتوجد ايضا مسالك في الدماغ لربط اجزائه بعضها مع البعض وكما سبق ذكره .
ان المسالك النخاعية التي تحمل الاحاسيس الى الاعلى اي تهتم بالحوافز الحسية تسمى المسالك الصاعدة .
والمسالك التي تحمل المنبهات (الدفعات) من الدماغ الى الحبل الشوكي هي مسالك حركية تسمى المسالك النازلة .
ان المسالك الصاعدة والنازله يستدل على اسمائها من منطقة اصلها وموقع انتهائها وكما هو موضح في الجدولين (١ و ٢) .

المنعكسات Reflexes

المنعكسات هي استجابه سريعة للمتغيرات الداخلية او الخارجيه والتي تجعل الجسم يحافظ على الاستتباب .

ان المنعكسات لاترتبط بتقلص العضلات الهيكلية فقط ولكن ترتبط ايضا بوظائف الجسم الاخرى (كسرعة القلب ، والتنفس ، والهضم ، والتبول ، والتغوط) . اي يوجد بصورة عامة نوعان من المنعكسات :

أ . المنعكسات الجسدية somatic refexes والتي تؤدي عادة الى تقلص العضلات الهيكلية .

ب . المنعكسات الحشوية (المستقلة) visceral (autonomic) reflexes :
والتي تؤدي الى تقلص العضلات الملساء او العضلات القلبيه او الافرازات الغديه .
قوس المنعكس Reflex arch :

ان المكونات الاساسية لقوس النعكس تشمل :
أ . المستقبلات receptors : ان نهاية التغصنات او بعض التراكيب الحسية

الجدول (١)
يوضح المسالك الصاعدة للنخاع الشوكي

سبيل Tract	الموقع Location	الاصل Origin	النهاية Termination	الوظيفة Function
النخاعي - المهادي الامامي anterior (ventral) spinothalamic	العمود الامامي (البطني)	القرن الخلفي تتصالب الى الجهه الاحرى من الدماغ	المهاد وبعدها الى قشرة المخ	نقل دفعات حواس اللمس والضغط من احدى جهات الجسم الى الجهه الاخرى من الوطاء ومنه الى قشرة الدماغ .
النخاعي - المهادى الجانبي Lateral spino thalamic	العمود الجانبي	القرن الخلفي وتتصالب الى الجهة الاحرى من الدماغ	المهاد وبعدها الى قشرة المخ	ينقل الدفعات من حواس الالم والحرارة من احدى جهات الجسم الى الجهه الاخرى للوطاء ومنه الى قشرة المخ .
الحزمه الدقيقة والحزمة الاسفنجيه Fasciculus gracilis and Fasciculus cuneatus	العمود الظهري	محاوير العصبونات الواردة من المحيط التي تدخل العمود الخلفي وتصعد الى نفس الجهه من الدماغ	النواة الناحله والاسفنيجيه في البصله ومنه الى قشرة المخ .	تنقل الدفعات من حواس اللمس وقابلية التمريق بين نقطتين والحس العميق Proprioception ومعرفة التجسيم (حجم ، شكل ومرونة الجسم) ومعرفة وزن الجسم كل هــــده الاحساسات تتصل الى قشرة المخ .
النخاعي المخيخي الخلفي (الظهري) posterior (dorsa) spinocerebellar	الجزء الخلفي من العمود الجانبي	القرن الخلفي وتصعد الى نفس الجهة من الدماغ .	المخيخ	يحمل الدفعات الحسية وينقلها من احدى جهات الجسم الى نفس الجهه من المخيخ وحاسة الدفعات الحسية اللاشعورية العميقة.
النخاعي المخيخي الامامي Anterior (ventral) Spinothalamic	الجزء الامامي من العمود الجانبي	القرن الخلفي يحتوى على الياف متصالبه وغير متصالبه .	المخيخ	يحمل الدفعات الحسية وينقلها من جهتي الجسم والتي تهتم باحساسات اللاشعور العميقه Proprioception الى المخيخ .

المسلك Tract	الموقع Location	الموقع Origin	الاصل Termination	النهاية Function
المخي - النخاعي الجانبي Lateral cortico spinal	العمود الجانبي	قشرة المخ وتتصالب في البصله الى الجهة الاخرى	القرن السحابي الامامي (البطني)	يحمل الدفعات الحركية الى العضلات الهيكلية في الجهة الاخرى من الجسم والتي تنظم الحركات الدقيقة والمتميزه .
المخي - النخاعي الامامي Anterior (ventral) cortico spinal	العمود الامامي (البطني)	قشرة المخ وتتصالب في النخاع الشوكي	القرن السحابي الامامي (البطني)	يحمل الدفعات الحركية الى العضلات الهيكلية في الجهة الاخرى من الجسم لتنظم الحركات الدقيقة والمتميزه
حمراوي - نخاعي Rubro spinal	العمود الجانبي	النواة الحمراء في الدماغ المتوسط وتتصالب الى الجهه الاخرى في النخاع الشوكي .	القرن السنحابي الامامي (البطني)	يحمل الدفعات الحركية من احدى جهتي الدماغ المتوسط الى العضلات الهيكلية في الجهة الاخرى من الجسم وتهتم بشد العضلات ووضع الجسم.
سقفي - نخاعي Tecto spinal	العمود الامامي (البطني)	الدماغ المتوسط وتتصالب الى الجهة الاخرى من النخاع الشوكي	القرن السنحابي الامامي (البطني)	يحمل الدفعات الحركية من احدى جهتي الدماغ المتوسط الى العضلات الهيكليه في الجهه الاخرى من الجسم والتي تهتم بحركة الراس كأستجابه للمنبهات السمعية والبصرية والجلدية .
الدهليزي - النخاعي vestibulo spinal	العمود الامامي (البطني)	البصلة وينزل الى نفس الجهه من النخاع الشوكي	القرن السنجابي الامامي (البطني)	يحمل الدفعات من احدى جهتي البصلة الى العضلات الهيكلية في نفس الجهه من الجسم والتي تنظم الشد وتوازن الجسم عند حركة الراس .

المرتبطة بنهاية التغصنات وظيفتها الاستجابه للمتغييرات الداخلية او الخارجية المحيطة بها بوساطة تكوين حافز عصبي في العصبون الحسي .

ب . العصبونات الحسية sensory neurones : تنقل الحوافز العصبية (الدفعات الحسية) من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي .

جـ . المركز center: هو منطقة في الجهاز العصبي المركزي والذي فيه يتحول الحافز الحسي القادم له الى حافز حركي خارج منه . يقوم المركز بنقل اتجاه الحافز او تثبيطه او تغييره . وقد يكون هناك عضبون ترابط association neurone في المركز الذي يصل بين العصبون الحركي والعصبون الحسي .

د . العصبون الحركي motor neurone : ينقل الدفعات المتولدة في المركز الى اعضاء الجسم المستفعله .

هـ . المستفعله effector : ان الاعضاء المستفعله في الجسم تكون اما عضله او غده تستجيب للحافز الحركي .

هذه الاستجابه تدعى فعل المنعكس او قوى المنعكس النخاعي الجسمي .

تكون المنعكسات على نوعين رئيسين :ـ

١ . المنعكس وحيد المشبك monosynaptic reflex والذي سوف يرد ذكره لاحقا ضمن موضوع التوتر العضلي .

٢ . المنعكس متعدد المشابك Polysynaptic reflex

يوجد في هذا المنعكس عصبون ترابط فضلا عن العصبون الحسي والحركي وبذلك يكون هناك اكثر من مشبك واحد ولهذا سمي هذا المنعكس بمنعكس متعدد المشابك ومثال ذلك منعكس الثني flexor reflex ومنعكس السحب Withdrawal reflex .

منعكس الثني ومنعكس البسط المتصالب :

Flexor reflex and crossed extensor reflex

فمثلا عندما يوخز القدم بمسار اثناء المشي يتم سحب القدم بسرعة وبصورة مباشرة من الالم لذا يدعى هذا بمنعكس الثني او احيانا منعكس السحب .

اذ ان العصبون الحسي ينقل احساس الالم من المستقبلات الى النخاع الشوكي حيث تتولد دفعة ثانية second impulse في عصبون الترابط ونتيجة تشابكها مع العصبون المحرك فانه يؤدي الى تولد دفعة ثالثه محركة تؤدي الى تقلص العضلة فينسحب القدم . ومنعكس السحب يكون مشابها لمنعكس التمدد اي يحدث في نفس الجهه من الجسم .

ان عملية سحب الساق المفاجئه تعني اشتراك عدة عضلات ،اي ان انتقال المنبهات (الدفعات) الحركية الى عضلات الاطراف السفلى والعليا من خلال اشتراك عدة عصبونات محركة . اي ان المنبه الحسي الواحد يولد في هذا المنعكس استجابات حركية متعددة . ان بعض هذه المنبهات تنتقل الى الجهة الاخرى من النخاع الشوكي لتنبه عصبونات محركة في تلك الجهه ينتج عنها تقلص بعض العضلات في الجهه المقابله وتؤدي الى تمدد الساق وبسطه . ولذلك يسمى هذا المنعكس بمنعكس البسط المتصالب والذي يحدث في الجهه المقابله contralateral .

ان هذا المنعكس يرافقه دفعات مثبطه لبعض العضلات لكي تساعد على الانبساط .

وبهذه المنعكسات يمكن حماية الجسم من الاذى وبنفس الوقت المحافظة على موازنة الجسم وثبوته مما يمنع سقوطه على الارض .

يستفاد من المنعكسات للمساعدة في تشخيص بعض الامراض التي تصيب الجهاز العصبي . ومن هذه المنعكسات :

منعكس الرضفه (نفضة الركبه) Patellar reflex (Knee jerk) :

وهو تقلص العضلة رباعية الرؤوس الفخديه كأستجابه للقرع على وتر الرضفه Pat ellar tendon. ان هذا المنعكس يثبط او يختفي في حالة تلف العصبون الصادر (الوارد) الى العضله او تلف مركز المنعكس (في النخاع الشوكي) في القطعة القطنية الثانية او الثالثة او الرابعة من النخاع الشوكي . ومن الامراض التي تؤدي الى اختفاء هذا المنعكس هو مرض السكري المزمن ومرض الافرنجي العصبي (السفلس العصبي neurosyphilis).

بينما تزداد شدة هذا المنعكس (يتضخم) في الامراض او الجروح التي تصيب المسلك المخي النخاعي .

منعكس العرقوب (نفضة العرقوب) Achilles reflex (ankle jerk) :

ويتضمن انثناء اخمص القدم نتيجة لتقلص عضلة الساق gastrocnemius muscle والعضلة النعلية soleus muscle كأستجابة للقرع على العرقوب achilles tendon .

يختفي هذا المنعكس عندما يكون هناك تلف في العصبونات الصادرة (الوارده) لهذه العضلات ، او تلف في الخلايا العصبية الموجوده في المنطقة القطنية ـ العجزية للنخاع

الشوكي . كذلك ينعدم هذا المنعكس في المرضى المصابين بداء السكرى المزمن والمدمنين على الكحول والمصابين بداء الافرنجي العصبي واحيانا بالنزف تحت العنكبوتيه .

وتزداد شدة هذا المنعكس اذا كان هناك ضغط على النخاع الشوكي العنقي او آفة (Lesion) المسالك الحركية للشدفه العجزية الاولى والثانية للنخاع الشوكي .

المنعكس الاخمصي او علامة بابنسكي Planter reflex or Babınski sign

ان تحفير الحافة الخارجية لاخمص القدم يؤدي الى تباعد الاصابع واتجاهها الى الاعلى (اي يكون المنعكس ايجابيا) ، والذي يعني وجود شيء غير طبيعي اي وجود آفة في المسلك المخي - النخاعي . علما ان هذا المنعكس الايجابي يكون طبيعيا في الاطفال حديثي الولاده والى عمر سنه ونصف .

اما المنعكس السلبي والذي يتضح بانثناء اصابع القدم وتقاربها بعضها مع بعض فيعني ان المنعكس طبيعي .

المنعكس البطني abdominal reflex :

عندما يمسد سطح البطن فانه يؤدي الى تقلص عضلات البطن في تلك الجهة وانحراف السره . ان انعدام هذا المنعكس يرافق آفة المسلك المخي - النخاعي،او قد يكون ناتجا عن آفة الاعصاب الحيطية او آفة مركز المنعكس في المنطقة الصدرية للنخاع الشوكي او نتيجة الاصابة بمرض التصلب المتعدد multiple sclerosis .

الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System

ويتكون من :

١ . الاعصاب القحفيه (الاعصاب الدماغية) Cranial nerves

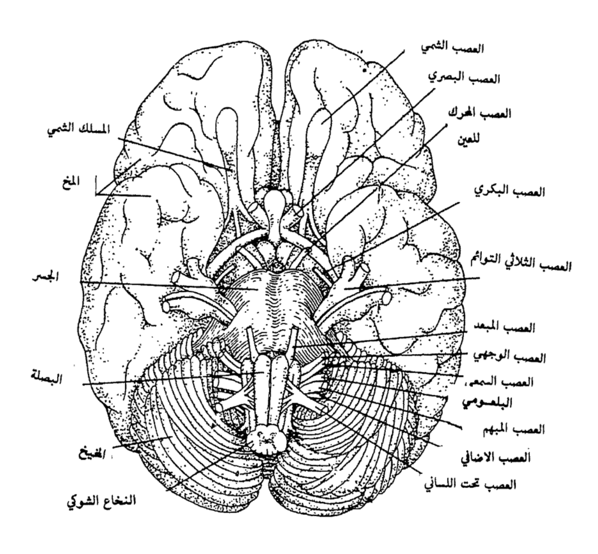
هي اثنا عشر زوجا من الاعصاب تأتي من الدماغ لذلك تسمى بالاعصاب الدماغية وكما هو موضح في الشكل (١٧) . وجميعها تخترق القحف خلال فتحات خاصه عند قاعدة الجمجمه وتختلف عن الاعصاب النخاعية من حيث نشؤها ووظيفتها،قسم منها حسي وقسم منها حركي وقسم منها مختلط (للاحساس والحركة) وقسم منها يحتوى على الياف لاوديه.

و لجدول الاتي يبين اسم كل عصب ورقمه واصله ومنطقة خروجه من الجمجمه ووظيفته .

الرقم	الاسم	الاصل	منطقة الخروج من الجمجمه	لوظيفة
١	العصب الشمي olfactory nerve	الغشاء المخاطي للانف	الصفيحة المصفوية للعظم الغربالي	الشم
٢	العصب البصري optic nerve	الخلايا العقدية في شبكية العين	فتحة العصب البصري	الابصار
٣	العصب المحرك للعين occlomotor nerve nerve	الدماغ الاوسط	الشق الحجري العلوي	ا. حركي يزود كل العضلات المحركة للعين باستثناء المستقيه الوحشية والمائلة العليا كذلك يزود رافعة الجفن العلوي . ب. لاودى: معصرة البؤبؤ والعضله الهدبيه .
٤	العصب البكرى Trochlear nervo	سقف الدماغ الاوسط	الشق الحجرى العلوى	حركي يزود العضلة العينية المائله العليا
٥	ا. العصب الثلاثي التوائم Trigeminal nerve	الجزء الوحشي لمنطقة القنطره الدماغية العقدة شبه الهلاليه		
	أ. العصب العيني ophthalmic nerve		الشق الحجرى العلوى	حسي يزود قرنية العين والغشاء المخاطي المبطن للانف وجلد الوجه.
	ب. عصب الفك العلوى maxillary nerve		الفتحة الدائريه	حسي يزود جلد الوجه، تجويف الفم، ثلثي اللسان الاماميين والاسنان.
	جـ . عصب الفك السلفي mandibular nerve		الفتحة البيضويه	١. حسي يزود جلد الوجه. ٢ . حركي يزود عضلات المضغ.

الرقم	الاسم	الاصل	منطقة الخروج	الوظيفة
٦	العصب المبعد abduccent nerve	الجزء الاسفل للقنطره الدماغيه	الشق الحجري العلوي	حركي يزود العضلة العينيه المستقيمه الوحشية
٧	العصب الوجهي facial nerve	الجزء الاسفل للقنطرة الدماغية	الفتحة الخشائية	أ. حسي يزود الذوق والثلثين الاماميين للسان. ب. حركي يزود العضلات المسؤولة عن التعبير الوجهي. جـ . لاودى يزود الغدد الدمعية اللعابيه تحت الفكيه واللعابيه تحت اللسانيه.
٨	العصب السمعي Auditory nerve او العصب الدهليزي القوقعي Vestibulo – cochlear nerve أ. العصب الدهليزي ب. العصب القوقعي	الحافة السفلى للقنطرة الدماغية الحافة السفلى للقنطره الدماغية	القناة السمعية الداخلية القناة السمعية الداخلية	حسي - التوازن حسي - السمع
	العصب اللساني البلعومي Glosso – pharynged nerve	البصله	الفتحة الوداجيه	أ. حسي يزود الثلث الخلفي للسان (الذوق) والبلعوم وفرع منه للجيب السباتي. ب. حركي يزود العضلة الابرية. البلعوميه.
١٠	العصب المبهم vagus	البصله	الفتحة الوداجيه	أ. حسي يزود القناة السمعية ب. حركي يزود عضلات البلعوم والحنجره. جـ . لاودى للاحشاء الصدرية والبطنيه.

الرقم	الاسم	الاصل	منطقة الخروج من الجمجمه	الوظ الوظيفة
١١	العصب الاضافي Accessory nerve	البصله	الفتحة الوداجيه	حركي يزود العضلة شبه المنحرفه والعضلة القصبية الترقويه الحلمية
١٢	العصب تحت اللسالي Hypoglossal nerve	الشق الامامي الوحشي بين الهرم والنتوه المدور من البصلة	فتحة القناة تحت اللسانيه	حركي ـ محرك اللسان



الشكل (١٧)
الاعصاب القحفية

٢ . الاعصاب النخاعية Spinal Nerves

يبلغ عدد الاعصاب النخاعية في الانسان واحد وثلاثين زوجا . ويتم تسميتها وترقيمها حسب مناطق النخاع الشوكي التي تنشأ منها كما هو موضح في الشكل (١٨) وكما يلي :

الاعصاب العنقية وعددها ثمانية ازواج Cervical nerves
الاعصاب الصدرية وعددها اثنا عشر زوجا Thoracic nerves
الاعصاب القطنية وعددها خمسة ازواج Lumber nerves
الاعصاب العجزية وعددها خمسة ازواج Sacral nerves .
الاعصاب العصعصية وعددها زوج واحد Coccygeal nerves

ينشأ الزوج العنقي الاول بين فقرة الاطلس والعظم القذالي . اما الاعصاب النخاعية الباقية فتغادر العمود الفقري من خلال ثقب بين الفقرات .

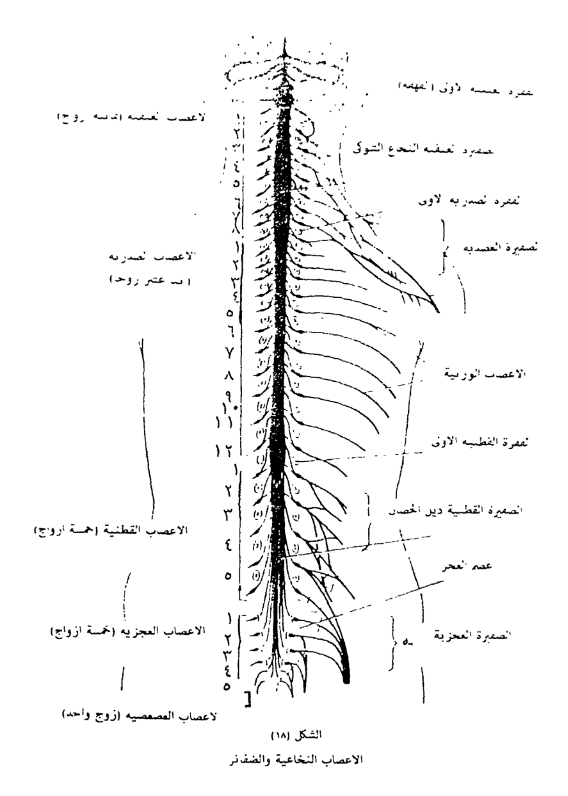
يتكون العصب النخاعي من الجذر الامامي anterior root الذي يتصل بالقرن الامامي للنخاع الشوكي والجذر الخلفي posterior root الذي يتصل بالقرن الخلفي للنخاع الشوكي . يلتقي هذان الجذران قرب الثقبة بين الفقرتين خارج العمود الفقري فيكونان جذع العصب النخاعي

يحتوي الجذر الخلفي على الياف حسية والجذر الامامي على الياف محركة وبذلك يكون العصب النخاعي عصبا مشتركا .

يوجد في الجذر الخلفي العقدة الجذرية الظهرية والتي تحتوي على اجساد العصبونات الحسية .

يتألف العصب من حزم من الالياف معظمها ذوات غمد نخاعيني وكل ليف محاط بنسيج رابط يعرف بغمد الليف العصبي endoneurium . وان مجموعة من الالياف تكون حزمة Bundle or fascicle وتكون محاطة بنسيج رابط يسمى ظهارة الحزمة Perineurium والغلاف الخارجي للعصب النخاعي يدعى الغمد العصبي epineurium. وتتحد السحايا بالغمد العصبي عندما يغادر العصب النخاعي النفق الفقري. وبعد ان يغادر العصب النخاعي من خلال الثقبة مابين الفقرتين ينقسم الى :

أ . الفرع الظهري dorsal ramus الذي يزود العضلات العميقة deep muscles والجلد لسطح الظهر .



الشكل (١٨)
الاعصاب النخاعية والضفائر

ب . الفرع البطني ventral ramus الـذي يـزود العضــلات السطحيـة للظهر وكل تراكيب الاطراف والقسم الامامي والجانبي للجذع .
جـ . فرع السحايا meningeal branch الذي يرجع مرة ثانيـة ليـدخل الى القنـاة النخاعية خلال الثقبه ليزود السحايا والفقرات وروابط الفقرات والاوعيه الدموية .
د . الفروع الاتصالية communicant rami والتي تعتبر من مكونات الجهاز العصبي المستقل . حيث تصل مابين الاعصاب النخاعية والعقد المستقلة .

الضفائر Plexuses

الضفيرة هي شبكة من الاعصاب network of nerves .

ان الفروع البطنية للاعصاب الشوكيـة (عـدا الاعصـاب الصـدريـة ٢ـ١١) لاتـذهب مباشرة الى التراكيب التي تزودها بل تتشـابـك بعضهـا مع البعض مكونـه ضفـائر تصـدر منها اعصاب جديدة لتزود اجزاء مختلفة من الجسم وكما هو موضح في الشكل (١٨) .
وتشمل هذه الضفائر مايأتي :-

١ . الضفيرة الرقبيــة cervical plexus : تتكــون هــذه الضفيرة من الفروع الامــاميــة للاعصاب النخاعية الرقبية الاربعة الاولى والتي تنشـأ منهـا اعصـاب حسيـة ومحركـة لتزود الجلـد وعضلات الرأس والرقبـة والجزء العلوى من الكتف . وتتحـد مـع بعض الاعصاب العنقية لتزود الحجاب الحاجز .

٢ . الضفيرة العضـديـة brachial plexus : وتتكـون هـذه الضفيرة من الفروع الامـاميـة لـلاعصـاب الرقبيـة الاربعـة الاخيرة والفرع الامـامي للعصب الصـدري الاول والتي تنشأ منها اعصاب لتزود الاطراف العليا وبعض عضلات الكتف .

٣ .الضفيرة القطنية lumber plexus:وتتكون هذه الضفيرة من الفروع الامامية للاعصاب القطنية تنشأ منها اعصاب لتزود جدار البطن الامامي والجانبي والاعضاء التنـاسليـة الخارجية وجزء من الاطراف السفلى .

٤ . الضفيرة العجـزيــة sacral plexus : وتتكـون هــذه الضفيرة من الفروع الامــاميــة للاعصاب العجزيه وتنشأ منها اعصاب لتزود الاليتين والعجان والاطراف السفلى .

الاعصاب الصدرية (الوربية) Thoracic (intercostal) nerves

ان الاعصاب النخاعية الصدرية ٢-١١ ($T_2 - T_{11}$) لاتدخل في تكوين الضفائر وهذه الاعصاب تدعى الاعصاب الصدرية أو الوربية (أي بين الاضلاع) وتزود مباشرة التراكيب بين الاضلاع .

ان الفروع البطنية للعصب الصدري الثاني تزود العضلات الوربية الموجودة في الحيز الوربي الثاني 2nd intercostal spsce والجلد الموجود في منطقة الابط والجزء الخلفي الانسي للذراع .

ان الفروع البطنية للعصب الصدري الثالث - السادس ($T_3 - T_6$) تزود الجلد والعضلات الوربية للجزء الامامي والجانبي لجذع الصدر .

الفروع البطنية للعصب السابع - الحادى عشر ($T_7 - T_{11}$) تزود العضلات الوربية والبطنية والجلد الذي يغطيها .

الفروع للاعصاب الصدرية الوربية تجهز العضلات الظهرية العميقة والجلد في المنطقة الخلفية لمنطقة الصدر .

الشدفات الجلدية Dermatomes

ان الاعصاب النخاعية تزود الجلد الذي يغطي الجسم على شكل قطع (شدفات) ، اي انها تزود مناطق خاصة ثابتة من الجلد .علما ان معظم الجلد في الوجه وفروة الرأس يزود بوساطة العصب القحفي الخامس .

ان الشدفات الجلدية لها فائدة من الناحية السريرية اذ يمكن بوساطتها تحديد موقع الافه في النخاع الشوكي او تحديد العصب النخاعي المصاب بآفه معينة . ويتم ذلك عن طريق تحفيز منطقة معينة من الجلد وملاحظة عدم الإستجابة لذلك الحافز .

ان اي ضرر او كسر في الفقرات قد يؤدي الى الضرر في النخاع الشوكي او الاعصاب النخاعية ومنها :-

أ . اصابة الفقرات العنقية والتي تؤدي الى قطع النخاع الشكوي في المنطقة العنقية فانه يؤدي الى شلل الاطراف الاربعة (شلل رباعي) quadriplegia .

وفي حالة القطع للنخاع الشوكي بين التضخم العنقي والتضخم القطني فانه يؤدي الى شلل الاطراف السفلى (شلل نصفي) Paraplegia .

ب . النسى sciatica ينتج عن اصابة العصب الوركي sciatic nerve مسببا ألما شديدا على

طول العصب الوركي وفروعه . ويكون الالم من الجهة الخلفية للفخذ متجها الى الاسفل وصولا الى الساق في القدم ثم الاصابع .ان من اهم اسباب النسى هو انزلاق الغضروف بين الفقرات القطنية .

٣ ـ الاعصاب المستقلة (الجهاز العصبي المستقل)

(Autonomic Nervous System)

ينقل الجهاز العصبي المستقل الدفعات الحركية من الجهاز العصبي المركزي الى مختلف الاعضاء المجهزة بالاعصاب المستقلة . أي ان الوظيفة العامة للجهاز العصبي المستقل هي وظيفة حركية .

ينظم الجهاز العصبي المستقل فعالية العضلات الملساء والعضلات القلبية والغدد . يتضح من ذلك انه يسيطر على النشاطات اللاارادية سواء العضلية او الغدية كتنظيم ضربات القلب وحركة المعدة والامعاء وتنظيم فعالية الغدد المفرزة كالغدد العرقية والغدد الهضمية .

تركيب الجهاز العصبي المستقل :

يتمثل تركيب الجهاز العصبي المستقل بصورة رئيسة من المسالك العصبية المستقلة الحشوية الصادره autonomic visceral efferent pathways لان الالياف العصبية الواردة والتي تنقل الاحساسات من الاحشاء والغدد الى الجهاز العصبي لايعتبرها معظم الباحثين من اجزاء الجهاز العصبي المستقل وانما مضافة ضمن الجهاز العصبي الجسمي الحسي المحيطي .

يتألف المسلك الحشوى المستقل الصادر من عصبونين وعقده مستقلة وكما يأتي :ـ

العصبون الاول : ويسمى قبل العقدة Preganglionic neurone

ويمتد هذا العصبون من الجهاز العصبي المركزي الى العقد المستقلة . تكون جسم خلية هذا العصبون واقعة في الدماغ او النخاع الشوكي ويكون محوارها ذا غمد نخاعيني ويسمى المحوار قبل العقدة Preganglionic axon تخرج محاوير هذه العصبونات من الجهاز العصبي المركزي ضمن الاعصاب القحفية او النخاعية ثم تنفصل عنها عند نقاط معينة متجهة الى العقد المستقلة لتكون مشابك مع غصينات العصبونات الثانية .

العصبون الثاني : ويسمى ايضا بالعصبون بعد العقدة Postganglionic neurone حيث يكون موقعة خارج الجهاز العصبي المركزي . يقع جسم هذا العصبون في العقدة المستقلة وله محوار عديم النخاعين ويسمى بالمحوار بعد العقدة Postganglionic axon والذي ينتهي في المستفعله الحشوية Visceral effector .

العقدة المستقلة autonomic gaglion :

تمثل هذه العقدة موقع اشتباك محوار عصبون قبل العقدة بغصينات العصبون بعد العقدة ،فضلا عن كونها مركزا لتجمع اجسام الخلايا العصبية الذاتية الموجودة خارج الجهاز العصبي المركزي . وتقسم الى ثلاثة مجاميع :

أ . العقد جنب الفقار او العقد الجانبية Paravertebral or Lateral ganglia وهي سلسلة من العقد تقع على جانبي العمود الفقرى تمتد من قاعدة الجمجمة الى العصعص . تتسلم هذه العقد الالياف العصبية من الجهاز الودي الصدري ـ القطني

.Thoraco – lumber sympathetic system

ب . العقد قبل الفقار او العقد الجانبية Preverteral or collateral ganglia وهي ايضا تعود الى الجزء الودي من الجهاز المستقل ومثال ذلك العقدة الجوفية Celiac ganglion والمساريقيه العليا والسفلى Superior and inferior mesenteric ganglia. تتسلم هذه العقد بصورة عامة الالياف العصبية قبل العقدة من الجزء الودي الصدري ـ القطني .

جـ .العقد الانتهائية او العقد داخل الجدار Terminal or intramural ganglia تنتمي هذه العقد الى الجزء اللاودى من الجهاز العصبي المستقل وتقع في نهاية المسلك الحشوى الصادر . حيث تكون قريبة من الاعضاء أو الاحشاء المستفعله أو داخلها . تتسلم هذه العقد الالياف قبل العقد من الجهاز العصبي اللاودي القحفي ـ العجزي Cranio – sacral parasympathetic nervous system عا ان موقع هده العقد يكون قريبا من العضو الذي تؤثر عليه لدلك تكون الالياف بعد العقدة قصيرة جدا .

يتضح مما سبق كيف يتم نقل الدفعات العصبية من الجهاز العصبي المركزي بوساطة الجهاز العصبي المستقل (العصبون قبل العقدة والعقدة المستقلة والعصبون بعد العقدة) لتصل الى المستفعله الحشوية . وهذا ايضا يوضح بان الجهاز العصبي المستقل

لايقوم بوظيفته بصورة مستقلة أو ذاتية بكل معنى الكلمة وانما يكون ايضا تحت تأثير الجهاز العصبي المركزي .

ولتوضيح وظيفة وعمل الجهاز العصبي المستقل يقسم الى جزئين رئيسين وهما الجهاز العصبي الودي واللاودي .

الجزء الودي sympatheivc division

ان اجسام عصبونات الالياف الودية قبل العقدة تقع في الجزء الجانبي السنجاني للنخاع الشوكي الصدري والشدفه الاولى من الجزء القطني.تكون الالياف قبل العقدة ذوات غمد نخاعيني وتغادر النخاع الشوكي خلال الجذور الامامية للاعصاب النخاعية . وبعد مغادرة العصب النخاعي الثقبه بين الفقرات تنفصل الالياف قبل العقدة منه مكونه فروعا اتصالية بيضاء (نخاعية)

White rami communicantes

لتصل الى اقرب عقدة من عقد الجذع الودي sympathetic trunk على نفس الجانب .

يتكون الجذع الودي من ٢٢ عقدة على جانبي العمود الفقرى وتكون على شكل سلسلة من العقد . على الرغم من ان هذه العقد تمتد من العنق الى المنطقة العجزية الا انها تتسلم الياف قبل العقدة فقط من الجزء الصدري والشدفة الاولى والثانية من الجزء القطني للنخاع الشوكي . كذلك يخرج من هذه العقد فروع تسمى الفروع الاتصالية السنجابية gray rami communicants والتي تتصل مع الاعصاب النخاعية .

وتقسم عقد الجذع الودي الى :ـ

١ . العقد العنقية cervical ganglia وعددها ثلاث عقد وتشمل على :

أ . العقدة العنقية العليا حيث تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود منطقة الرأس كالغدد العرقية والعضلات الملساء للعين والاوعية الدموية للوجه والغدد اللعابيه والغشاء المخاطي للانف .

ب . العقدة العنقية الوسطى : تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود القلب .

جـ . العقدة العنقية السفلى : تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود القلب ايضا .

٢ . العقد الصدرية Thoracic ganglia : وعددها احدى عشرة عقدة . تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود الرئه والقلب والقصبات الهوائية والاحشاء الصدرية .

٣ . العقــد القطنيـــة (Lumber ganglia) وعــددهـــا أربــع والعقـــد العصعصيـــة (coccygeal ganglia) وعــددهـــا أربــع ايضـــا . حيث تخرج من هـــذه العقـــد الالياف بعد العقـدة تزود الاحشـاء في منطقـة البطن والحوض من خلال انتشـارهـا مع الاعصاب النخاعية بوساطة الفروع الاتصاليـة السنجـابيـه أو من خلال اتصـالهـا بـالضفيرة الخثليـــة hypogastric plexus بـوســـاطـــة فروع حشـــويـــه تتصـــل مباشرة من العقد الى الضفيرة .

ان بعض الالياف قبل العقدة لاتنتهي في عقد الجذع الودي وانما تجتمع لتكون اعصابا ومنها :ـ

أ . الاعصاب الحشويه Splanchnic nerves التي تنتهي في العقدة الجوفية (البطنية) ومنها تنتشر الالياف بعد العقدة الى الاحشاء كالمعدة والامعاء والكبد والكليتين والطحال .

ب . الاعصاب الجوفيه الحشويه التي تنتهي في العقدة الخثليـة ومنهـا تخرج الاليـاف بعـد العقدة لتزود القولون والمستقيم والمثانه والاعضاء التناسليه .

الجزء اللاودى Parasympathetic division :

ان اجسام عصبونات الالياف اللاودية قبل العقد تقع في جذع الـدمـاغ وكـذلـك في المنطقة الجانبيه (القرن الجاني) للنخاع الشوكي . اي ان الالياف اللاودية تخرج كجزء من الاعصاب القحفيه او كجزء من الجذر الامامي للاعصاب النخاعية العجزيـه ولهـذا يسمى الجـزء الـلاودى من الجهـاز العصبي المستقـل بـالجـزء القحفي ـ العجـزي Cranio – sacral division .

أ . القسم القحفي اللاودي :

ان اليـاف هـذا القسم تغـادر جـذع الـدمـاغ مع العصب الثـالث والسـابع والتـاسـع والعاشر . وتتصل هذه الالياف (قبل العقـدة) بـالعقـد اللاوديـه التي تقع بـالقرب من الاعضاء التي تزودها او داخلها ومن هذه العقد :ـ

١ . العقـدة الهـدبيـة Cilliary ganglion وتقـع في ظهر الحجـاج وعلى جـانب العصب البصري . تصل هذه العقدة الالياف قبل العقـدة مع العصب الثـالث . ثم تخرج منهـا الالياف بعد العقدة لتزود خلايا العضلات الملساء في كرة العين .

٢ . العقدة الجناحيه ـ الحنكية Pterygo – palatine ganglion وتقع في جـانب الثقبـه الـوتـديـه الحنكيـة Spheno – palatine foramine وتتسلم الاليـــاف قبـل العقـــدة من العصب السابع . وتخرج منها الالياف بعد العقدة الى الاغشية المبطنـه للانف والحنـك والبلعوم والغده الدمعيه .

أ

٣ . العقدة تحت الفك السفلي Submandibular ganglion وتقع بالقرب من قناة الغدة اللعابيه تحت الفك السفلي . وتتسلم هذه العقدة الالياف قبل العقدة بوساطة العصب السابع ومنها تخرج الالياف بعد العقدة لتزود الغدد اللعابية تحت اللسان وتحت الفك السفلي .

٤ . العقدة الاذنيه otic ganglion : وتقع تحت الفتحة البيضويه للجمجمه وتتسلم الالياف قبل العقدة من العصب التاسع ثم ترسل الالياف بعد العقدة الى الغدة اللعابية النكفيه .

ان الجزء الكبير من الجزء القحفي اللاودي يغادر الدماغ مع العصب المبهم ويمثل حوالي ٨٠٪ من الجهاز اللاودي (القحفي والعجزي) . يكون كل عصب مبهم عدة عقد او ضفائر لاوديه لتجهز الاعضاء والتراكيب الموجوده في الصدر والبطن . فعند مرور العصب المبهم في الصدر يكون الضفيره القلبيه cardiac plexus التي تزود القلب ويكون الضفيرة الرئويه pulmonary plexus التي تزود الرئتين والقصبات الهوائية . كذلك يكون عدة ضفائر في البطن والحوض لتجهز الاحشاء والاعضاء الموجوده كالكبد والمعثكله والمعدة والامعاء الصغيرة والكلية وقسم من الامعاء الكبيرة .

ب . القسم العجزي اللاودي : يتسلم هذا القسم الياف قبل العقدة من الجذر الامامي للاعصاب النخاعية العجزيه . حيث تتجمع الالياف لتكون الاعصاب الحشويه الحوضيه التي تمر بالعقدة الختليه ومنها تخرج الالياف بعد العقدة لتزود القولون والحالب والمثانه والاعضاء التناسليه .

يتضح مما سبق ان العقد اللاودية تقع بالقرب من الاعضاء التي تزودها لذلك تكون الالياف بعد العقدة قصيرة جدا وهذا يختلف عن الالياف الوديه بعد العقدة والتي تكون اطول نسبيا لان العقد الودية تكون بعيدة عن الاعضاء التي تزودها .

ان بعض الاعضاء تتسلم الايعازات العصبية من الجزئين الودي واللاودي اذ يكون عادة عمل هذين الجزئين متعاكسا ، فمثلا الايعاز الودي للقلب يزيد سرعة القلب والايعاز اللاودي يثبطه ، بينما اللاودي للجهاز الهضمي يزيد فعاليته اما الايعاز الودى فيثبطه .

وملخص فعاليات الجهاز المستقل مبينه في الجدول الاتي :-

العضو المستفعل او الجهز	التحفيز الودى	التحفيز اللاودي
العين		
البؤبؤ	توسع	تضيق
العضلة الهدبية	لايوجد تعصب	تتقلص لتتكيف العدسة للنظر القريب .
القلب	يزيد سرعة وقوة التقلص	يثبطها
	يوسع الاوعية التاجيه	يضيقها
الاوعية الدموية		
الجلدية	يضيقها	لايوجد تعصب
العضلية	يوسعها	لايوجد تعصب
الحشوية	يضيقها	لايوجد تعصب
الرئتين	يوسع القصبات	يضيقها
الغدد		
العرقية	يزيد الافراز (التعرق)	لايوجد تعصيب
الدمعية	يقلل الافراز (الدمع) لتقلص الاوعية الدموية.	يزيد الافراز
اللعابيه	يقلل الافراز (اللعاب) لتقلص الاوعية الدموية.	يزيد الافراز (التوسع الاوعيه الدموية).
الهضمية	يقلل الافراز لتقلص الاوعية الدموية .	يزيد الافراز
المعثكله	يقلل الافراز لتقلص الاوعية الدموية	يزيد الافراز

العضو المستعمل او الجهاز	التحفيز الودي	التحفيز اللاودي
لب الكظريه	يزيد افرازها	لايوجد تعصيب
قشرة الكظرية	يزيد افرازها	لايوجد تعصيب
الجهاز الهضمي		
الحركة (المعدة والامعاء)	يثبطها	يزيدها
توتو المصره	يزيده	يثبطه
الكبد	زيادة تكون الغليكوجين يقلل افراز الصفراء	زيادة تحلل الغليكوجين زيادة افراز الصفراء
الطحال	التقلص فيندفع الدم الى جهاز الدوان	لايوجد تعصيب
الكلية	يقلل البول لتقلص الاوعية الدموية	لايوجد تعصيب
المثانة	السماح بالامتلاء لارتخاء العضلات وزيادة توتر مصراتها	الافراغ (انبساط المصرات الداخلية)
الاعضاء التناسلية		
الذكر	الدفق ejaculation (تقلص الحويصلة المنوية والاسهر والبروستات) انتهاء النعوض (تقلص الاوعية الدموية)	النعوض (erection) (توسع الاوعية الدموية)
الانثى	التمعج العكسي (reverse uterine peristalsis)	نعوض البظر وزيادة الافرازات .

التركيب الوظيفي العام للجهاز العصبي

بعد دراسة تركيب احزاء الجهاز العصبي وفعاليته ، سوف يوضح هذا الفصل كيف تقوم هده الاحراء المختلفة بالتنسيق والتعاون بعصها مع البعض لانجاز الوظائف الرئيسة العامة للجهاز العصبي وهي :ـ

١ . تسلم المعلومات الحسية .

٢ . نقل الدفعات الحركية التي ينتج عنها حركة او افراز .

٣ . تكامل بعض الفعاليات التي تهتم بالذاكره والنوم والعاطفه .

تسلم المعلومات الحسية :

تقسم الحواس بصورة رئيسة الى :

الحواس العامة general senses كاللمس والالم .

ولكي تتم عملية الاحساس يجب ان تتوفر المواصفات الاتية :

أ . المنبه (الحافز) stimulus : ومثال ذلك المنبهات الحرارية والضوئية والكيمياوية والحركية . اذ ان هذه المنبهات يجب ان يكون لها القدرة على ازالة استقطاب غشاء المستقبل .

ب . المستقبلات او الاعضاء الحسية receptors وهي التي تلتقط الحافز الحسي وتحولة الى حافز عصبي . وتكون هذه المستقبلات حساسه جدا للتغييرات الداخلية والخارجية .

جـ . التوصيل conduction : اي ان الحافز يجب ان يتم نقله بوساطة الطرق او المسالك الوارده من المستقبلات الى الدماغ او النخاع الشوكي .

د . الترجمه : translation : اي ان الجهاز العصبي يجب ان يترجم الحافز الى الشعور بالاحساس .

المستقبلات الحسية

هناك العديد من المستقبلات الحسية ومنها البسيط جدا كتغصنات العصبونات الموجودة في الجلد والتي لها القابلية على تحسس منبهات الالم . او قد تكون معقدة جدا كالمستقبلات الموحوده في العين . ومهما تنوعت المستقبلات فان جميعها تحتوى على تغصنات العصبون الحسي ، اما وحده او مع خلايا من انسجه اخرى . وتصنف المستقبلات حسب موقعها او حسب المنبهات التي تتحسس بها وكما يأتي :ـ

أ . انواع المستقبلات حسب موقعها :ـ

١ . المستقبلات الخارجية exteroceptors : تقع هذه المستقبلات قرب سطح الجسم لتزوده بالمعلومات عن المحيط الخارجي ، كمستقبلات اللمس والضغط والحرارة والالم والضوء والذوق والسمع .

٢ . المستقبلات الداخلية او الحشويه enteroceptors or visceroceptors تقع هذه المستقبلات في الاوعية الدموية والاحشاء والتي تزود الجسم بالمعلومات عن محيطه الداخلي . ومن هذه الحواس العطش والجوع والالم والتعب والضغط والدوار .

٣ . المستقبلات العميقة Proprioceptors : تقع هذه المستقبلات في العضلات والاوتار والمفاصل والاذن الداخلية حيث تزود الجسم بالمعلومات حول وضعه وتوازنه وحركته عن طريق التحسس بشدة توتر العضلات وشدة توتر المفاصل وموضعها .

ب . انواع المستقبلات حسب نوع المنبهات التي تتحسس بها :ـ

١ . المستقبلات الاليه mechaneceptors : وتتحسس بالمتغيرات الالية للمسقبله نفسها او الخلايا المجاورة لها كاكتشاف حوافز اللمس والضغط والتذبذبات والسمع والتوازن وضغط الدم .

٢ . المستقبلات الحرارية thermoreceptors والتي تتحسس بتغيرات درجة الحرارة .

٣ . المستقبلات الكيمياوية chemoreceptors وتشمل المستقبلات التي تتحسس بالمتغيرات الكيمياوية كمستقبلات الذوق والشم . وكذلك المستقبلات التي تتحسس بالمتغيرات التي تحصل في تركيز الاكسجين وثاني اكسيد الكربون والسكر والماء .

ان ان الجهاز العصبي يجب ان يترجم المنبه الذي يصل اليه الى الشعور بالاحساس او ادراك الاحساس . اذ ان المنطقة الحسية في قشرة الدماغ هي التي تقوم بهذا العمل . وان بعض المنبهات الحسية التي تنتهي في النخاع الشوكي او جذع الدماغ اللذين يستجيبان لها بارسال دفعات محركة ولكن لايقومان بعملية ادراك او وعي الاحساس . اما المهاد فبأمكانه التقاط احاسيس الالم.ولكنه لايستطيع ان يميز شدتها او موقع منشئها اذ ان العملية هي وظيفة المناطق الحسية في قشرة المخ .

اذ اننا نرى ونسمع ونشعر بالالم في المخ لانه هو الذي يفسر المنبهات القادمة من المستقبلات وكذلك يحدد مواقع هذه المنبهات الحسية بعضها عن البعض الاخر .

قد يختفي احيانا الادراك بالمنبهات الحسية على الرغم من استمرارية وجودها وهذه الظاهرة تسمى التعود adaptation كوضع الحلقة في الاصبع او لبس القبعة او الحذاء او السباحة في الماء (البارد او الحار) .

ولكن احيانا الاحساس بالمنبه حتى بعد زواله وهي عكس التعود ومثال هذا النظر الى ضوء ساطع عند غلق العينين يستمر الشخص برؤية الضوء لعدة ثوان أو دقائق بعدها .

التوصيل (المسالك الحسية (Sensory pathways

ان عملية نقل الحواس الى الجهاز العصبي المركزي تتم خلال العديد من المسالك التي تصل الى المخ (المسالك المخية) او الى المخيخ (المسالك المخيخية) .

اولا : المسالك المخيه cerebral tracts :

ان الاحاسيس تنتقل من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي بوساطة مسلكين رئيسين وهما المسلك العمودي الظهري والمسلك النخاعي المهادي وكما يأتي :ـ

١ . المسلك العمودي الظهري posterior column pathways ويتكون هذا المسلك من ثلاثة عصبونات :ـ

أ . العصبون الاول : يربط هذا العصبون المستقبله مع النخاع الشوكي والبصله في نفس الجهه من الجسم . ويكون موقع جسم هدا العصبون في عقدة الجذر الخلفي . يتشابك هدا العصبون مع العصبون الثاني .

ب . العصبون الثاني : الذي يمر من البصلة الى المهاد . ويقع جسم هذا العصبون في النواة الناحلة او النواة الوتدية في البصله ، ولكن قبل ان تصل محاوير هذه العصبونات الى المهاد تتصالب الى الجهه الأخرى من البصله حيث تدحل في الشريط الوسطي medial laminiscus الذي ينتهي في المهاد حيث يتشابك مع العصبون الثالث .

جـ . العصبون الثالث : الدي ينتهي في المنطقة الحسية لقشرة المخ .

ان هذا المسلك يحمل منبهات من المستقبلات الحسية العميقة واللمس الخفيف والاهتزاز وكذلك التمييز بين نقطتين .

٢ . المسلك النخاعي المهادي Spinothalamic Pathway ويتكون من ثلاثة عصبونات ايضا . الاول يربط المستقبلات في العنق والجذع والاطراف مع النخاع الشوكي . ويقع جسم هذا العصبون في عقدة الجدع الخلفية ، ويتشابك مع العصبون الثاني الدي يقع جسمه في القرن الخلفي من النخاع الشوكي . ان الياف العصبون الثاني تتصالب الى الجهة الثانية من النخاع الشوكي وتتجه الى الاعلى اي الى جذع الدماغ في المسلك النخاعي المهادي الجانبي او المسلك النخاعي المهادي الامامي . ان محوار العصبون الثاني ينتهي في المهاد حيث يتشابك مع العصبون الثالث والذي تنتهي اليالفه (محواره) في المنطقة الحسية لقشرة المخ . يحمل هذا المسلك المنبهات الحسية للالم والحرارة وكذلك اللمس الخشن والضغط .

ولتوضيح ماسبق ذكره نورد مسالك لبعض الحواس :

مسلك الالم والحرارة Pain and temperature pathway :

ويسمى ايضا المسلك النخاعي المهادي . اذ يتم نقل منبهات الالم والحرارة من مستقبلاتها الخاصة بوساطة العصبون الاول الى القرن الرمادي الخلفي في نفس الجهة من النخاع الشوكي . وفي هذا القرن يكون العصبون الاول مشبكاً مع العصبون الثاني ثم يتصالب العصبون الثاني الى الجهه الاخرى من النخاع الشوكي

ليصبح جزءا من المسلك النخاعي المهادي الجانبي الواقع في المادة البيضاء الجانبية . يتجه العصبون الثاني الى الاعلى ليصل الى النواة البطنية الخلفية الجانبية من المهاد حيث يتم فيها الشعور العام بالالم او الحرارة . ثم يتقل المنبه الحسي من المهاد بوساطه العصبون الثالث خلال المحفظه الداخلية الى باحة الترابط الحسية الجسدية لقشرة المخ حيث يتم تحليل المنبه الحسي بالتحديد الدقيق عن المصدر ونوع الالم او الحرارة وشدتها .

مسلك اللمس الخام والضغط crude touch and pressure pathway

ان المسلك العصبي الذي ينقل هذه المنبهات هو المسلك النخاعي المهادي الامامي . يتم نقل هذه المنبهات بوساطة العصبون الاول الى القرن السنجابي الظهري في نفس الجهه من النخاع الشوكي . يكون في هذه المنطقة العصبون الاول مشبكاً مع العصبون الثاني ثم يتصالب محوار العصبون الثاني الى الجهة الاخرى من النخاع الشوكي ليصبح جزءاً من المسلك النخاعي المهادي الامامي الواقع في العمود الابيض الامامي . ثم يتجه محوار العصبون الثاني الى الاعلى ليصل الى المهاد (النواة البطنية الخلفية الجانبية) ، حيث يكون مشبكاً مع العصبون الثالث الذي يتجه الى قشرة المخ خلال المحفظه الداخلية وبذلك يتم ادراك المنبه .

مسلك الاهتزازات واللمس الخفيف والاحساس العميق :

ان المسلك الحسي الذي ينقل هذه المنبهات الحسية يدعى المسلك العمودي الظهري . ان العصبون الاول لهذا المسلك لاينتهي في القرن الخلفي وانما يتجه الى الاعلى في العمود الابيض من النخاع الشوكيحتى يصل الى النواة الناحلة والوتديه في البصله حيث يكون مشبكاً مع العصبون الثاني . ان محاوير العصبونات الثانية تتصالب الى الجهة الثانية من البصله وتتجه الى الاعلى خلال الشريط الوسطي (وهي امتدادات للالياف البيضاء التي تمر خلال البصله والجسر والدماغ المتوسط) .

يكون العصبون الثاني مشبكاً مع العصبون الثالث في المهاد (النواة الخلفية البطنية) ، ومنه تنتقل الدفعات (المعلومات) الى قشرة المخ (المنطقة الحسية الجسمية) ، حيث يتم تمييز الحواس المختلفة ، وهذه الحواس تشمل بصورة عامة :

أ . اللمس الخفيف : حيث تحديد موقع اللمس وكذلك التمييز بين نقطتين two – point discrimination .

ب . الحس الجسم steriognosis : حيث يتم بوساطة اللمس التعرف على شكل الجسم وحجمه وتركيبه Size, shape and texture .

جـ . الحس العميق (الحس الذاتي) proprioception حيث يتم بوساطته معرفة موضع اجزاء الجسم واتجاه حركتها .

د . تمييز وزن الجسم weight discrimination .

هـ . التحسس بالاهتزازات .

ثانيا: المسالك الحسية المخيخية Cerebellar sensory tracts ومنها :

١ . المسلك النخاعي المخيخي الخلفي Posterior spinocerebliar tract. وهو مسلك غير متصالب يحمل المنبهات التي تهتم باحاسيس العضلات تحت الوعي (الذاتية) subconscious muscular senses والتي تنظم المنعكسات التي تهتم بشد العضلات وتوترها ووضع الجسم .

ان المنبهات تنشأ من العصبونات التي تقع بين المستقبلات العميقة الموجودة في العضلات والمفاصل والاوتار . وتكون هذه العصبونات مشابك في القرن الخلفي مع العصبونات التي تتجه الى الاعلى في نفس الجهه من العمود الابيض الجانبي للنخاع الشوكي حيث تدخل في المسلك المخيخي الخلفي ثم الى المخيخ من خلال السويق المخيخي الاسفل inferior cerebellar peduncle لتنتهي في القشرة المخيخية . ثم من المخيخ ترسل دفعات الى الاسفل (النخاع الشوكي) بوساطة عصبونات تكون بدورها مشابك مع العصبونات الحركة السفلى Lower motor neurons في القرن الامامي والتي تنتهي في العضلات .

٢ . المسلك النخاعي المخيخي الامامي anterior spinocerebellar tract :

ان العصبونات الحسية الموجوده في المستقبلات العميقه تكون ايضا مشابك مع العصبونات الموجوده في القرن الخلفي للنخاع الشوكي والتي تكون المسلك النخاعي المخيخي .

ان بعض الالياف (محاوير) تتصالب الى الجهه الثانية من النخاع الشوكي والبقية تتجه

الى الاعلى في نفس الجهه خلال المسلك النخاعي المخيخي الامامي وتمر خلال جذع الدماغ الى الجسر ثم الى المخيخ من خلال السويق المخيخي الاعلى .

وبهذا يتم ايضا نقل الحواس اللاشعورية من العضلات خلال نوعين من الالياف (متصالبة وغير متصالبه) الى قشرة المخيخ .

المسالك الحركية Motor Pathways

بعد تسلم المنبهات الحسية بوساطة الجهاز العصبي يتم تفسيرها ثم بعد ذلك يكون دفعات حركية استجابة للمنبهات الحسية .

ان المناطق الحركية الرئيسة في الدماغ هي قشرة الدماغ والعقدة القاعدية والتكوين الشبكي والمخيخ .

وكما ذكر في المناطق الحسية الجسمية من قشرة المخ فان نسبة تمثيل العضلات في المنطقة الحركية (اللفيف قبل المركزي) من قشرة المخ تختلف من منطقة الى اخرى ولاتعتمد على حجم العضلات وانما تعتمد على مدى دقة الحركة لتلك العضله فمثلا ان الابهام والشفه والاصابع واللسان والحبال الصوتيه تمثل بمناطق كبيرة في قشرة المخ وبينما الجذع يمثل بمنطقة صغيرة .

ان الدفعات الحركية الارادية تنتقل من الدماغ الى النخاع الشوكي بوساطة طريقين رئيسين وهما :ـ

اولا : المسالك الهرميه Pyramidal tracts :

ان المسلك الذي يحمل الدفعات من قشرة المخ الى العضلات يتكون من جزأين رئيسين وهما :ـ

أ . العصبون المحرك الذي يحمل الدفعات من قشرة المخ الى نواة العصب القحفي او الى نواة العصب النخاعي في النخاع ويسمى العصبون المحرك العلوى Upper motor neuron .

ب . العصبون المحرك الذي ينتهي في العضلات ويسمى العصبون المحرك السفلي .

ومسالك النظام الهرمي هي كما يأتي :ـ

١ . المسلك المخي النخاعي الجانبي Lateral corticospinal tract :

ان عصبونات هذا المسلك تبدأ من المنقطة الحركية وتنزل خلال المحفظة الداخلية الى البصله حيث تتصالب الى الجهة الثانية وتنزل في العمود الجانبي الابيض للنخاع الشوكي لتكون مشابك مع عصبونات الترابط الصغيرة في القرن الامامي . وهذه العصبونات تكون مشابك مع العصبونات الحركه السفلى في القرن الامامي والتي تخرج مع الجذر الامامي للعصب النخاعي لتنتهي بالعضله الهيكلية .

٢. المسلك المخي النخاعي الامامي anterior spinothalamic tract

ويمثل هذا المسلك حوالي ١٥٪ من العصبونات المحركه العليا التي لاتتصالب في البصلة وانما تستمر بالنزول في نفس الجهه في العمود الابيض الامامي حيث يتم تصالبها في النخاع الشوكي وفي نفس المستوى تكون مشابك مع عصبونات الترابط التي بدورها تكون مشابك مع العصبونات المحركه السفلى في القرن الامامي والتي تنتهي في العضلات الهيكليه .

٣ . المسلك القشرى البصلي Corticobulbar tract

يبدأ العصبون المحرك العلوى من القشرة الحركية المخية ثم ينزل خلال المحفظه الداخلية الى جذع الدماغ حيث يتصالب وينتهي في انوية الاعصاب القحفية (الثالث والرابع والخامس والسادس والسابع والتاسع والعاشر والحادى عشر والثاني عشر).

ثانيا : المسالك خارج الهرمي Extrapyramidal tracts

وتشمل كل المسالك النازله عدا المسالك الهرمية . اي تتكون من المسالك التي تنشأ من العقدة القاعدية والتكون الشبكي ومنها يأتي :-

١ . المسلك الحمراوي النخاعي Rubrospinal tract :

حيث يبدأ في النواة الحمراء من الدماغ المتوسط (اي بعد ان يتسلم من المخيخ) ثم يتصالب لينزل في العمود الابيض الجانبي على طول النخاع الشوكي . ويحمل الدفعات التي تنظم شد العضلات الهيكلية وموضعها .

٢ . المسلك السقفي النخاعي tectospinal teact

حيث يبدأ في الاكمية العلوية من الدماغ المتوسط . وبعد ان يتصالب الى الجهة

الاخرى ينزل في العمود الابيض الامامي حيث يدخل في القرن النخاعي للمنطقة العنقية من النخاعي الشوكي . ويقوم بنقل الدفعات التي تنظم حركة الرأس استجابة للحوافز البصرية .

٣ . المسلك الدهليزي النخاعي vestibulospinal tract

ويبدأ من النواة الدهليزيه في البصله . ثم ينزل في نفس الجهة من النخاع الشوكي (في العمود الابيض الامامي) وينتهي في القرن الامامي .

ان هذا المسلك يقوم بنقل الدفعات التي تنظم شدة العضلات الهيكلية استجابة لحركة الرأس . اي انه يؤثر تأثيرا مهما في توازن الجسم .

آفة العصبونتين الحركيتين العليا والسفلى

Upper and lower motor neurone Lesion

ان آفة العصبون المحرك السفلي او مرضه يؤدي الى انعدام الحركة وانعدام المنعكسات في العضلات التي يزودها . اذ تبقى العضلات في حالة مرتخيه وتسمى هذه الحالة بالشلل الرخو Flaccid paralysis .

بينما تتميز آفة العصبون المحرك العلوى بتقلص العضلات الهيكلية التي يزودها وشدها مع تضخم في المنعكسات . ويكون منعكس بابنسكي ايجابيا (أي انثناء القدم الى الاعلى عند تحفيز باطن القم) . وتسمى هذه الحالة المرضية بالشلل التشنجي Spastic paralysis .

الفصل الثالث
فزيولوجيا الجهاز العضلي

١ ـ المقدمة .
٢ ـ العضلات الهيكليه .
ـ التشريح الفزيولوجي للعضلة الهيكيبه .
ـ الوحدة الحركية والموصل العصبي العضلي .
ـ آلية التقلص العضلي .
ـ النفضه العضلية .
ـ تعب العضلة .
ـ الصمل .
ـ الضمور العضلي .
ـ الضخامة العضلية .
ـ الشلل العائلي الدوري .
ـ الوهن العضلي الوبيل .
ـ الحثل العضلي .
٣ ـ العضلات الملساء .
العضلات الملساء متعددة الوحدات .
العضلات الحشوية .

الجهاز العضلي

Musculer System

المقدمة :

ان النسيج العضلي هو المسؤول عن تحريك الجسم او تحريك اجزائه بعضها بالنسبة للبعض . ويتم ذلك عن طريق التقلص Contraction الذي، ينتج عنه قصر الالياف العضلية (Muscle Fibers) وزيادة سمكها .

والحركة في الجسم ضرورية لادامة الحياة فيه ، حيث يتمكن من ملاءمة نفسه لمحيطه والقيام بمختلف فعالياته .

ويمكن تحديد النتائج المهمة لتقلص النسيج العضلي في الاتي :ـ

١ . الحركة بنوعيها والتي تشمل حركة الجسم الكلية (كالمشي والركض) وحركة الجسم الموضعية (كمسك القلم وانحناء الرأس) .

وانواع الحركات تعتمد على تناسق عمل كل من العظام والمفاصل، ومناطق اتصال العضلات بالعظام . وهناك حركات لاتجلب الاهتمام مثل حركة الطعام في السبيل الهضمي وتقلص المرارة لافراز مادة الصفراء وتقلص المثانه لافراغ البول وضربات القلب .... الخ .

٢ . المحافظة على وضعية الجسم . ان تقلص النسيج العضلي يمكن الجسم من المحافظة على وضعه المستقر . اي ان تقلص العضلات الهيكلية يضع الجسم في حالة ثبوت وسكون كالذي يحدث في حالة الوقوف او الجلوس .

٣ . انتاج الحرارة ـ ينتج عن تقلص العضلات الهيكلية حرارة . وتستخدم تلك الحرارة المنتجة في المحافظة على درجة حرارة الجسم .

تصنف العضلات الى ثلاثة اصناف رئيسة لكل صنف تركيبه الخاص المميز له وكذلك مظاهره الوظيفية الخاصة به والمتمثله بالحركة والتي تختلف باختلاف كل عضله :ـ

١ . العضلات الهيكلية Skeletal Muscles ـ سميت بالعضلات الهيكلية لكونها تتصل باجزاء الهيكل العظمي وتقوم بتحريكه وتسمى ايضا بالعضلات الارادية Voluntary Muscles لانها تقع تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصورة تامة وكلية وهذا مما يجعلها تحت السيطرة الارادية مما يمكن الشخص من التأثير على شدة حركاتها

واتجاهها ونوعها ، كما انها ايضا تسمى بالعضلات المخططة Striated Muscles لانها تظهر تحت المجهر مخططه عرضيا . وكذلك تسمى العضلات الهيكلية بعضلات التمارين Muscles of Exercises لكونها تستخدم في اداء التمارين الرياضة .

٢ . العضلة القلبية Cardiac Muscle ـ تكون هذه العضلة جدران القلب وهي مخططه ولا ارادية Involuntary muscle لكونها لاتكون تحت السيطرة الحسية حيث ان وجود الاعصاب الودية واللاودية لتنظيم فعاليتها فقط لكون التقلص فيها عضلي المنشأ (Myogenic) وسيتم شرحها بصورة تفصيلية ضمن جهاز الدوران .

٣ . العضلات الحشوية (Visceral Muscles) سميت بالعضلات الحشوية لانها تكون جدران الاحشاء الداخلية كالمعدة والامعاء والرحم والمثانة والبوق والاوعية الدموية .... الخ . وتسمى ايضا بالعضلات الملساء (Plain Muscles) او العضلات اللامخططه (Unstriated Muscles) لانها لاتظهر تخطيطا عرضيا . كما انها عضلات غير ارادية كالعضلة القلبية .

العضلات الهيكلية

تسمية العضلات الهيكلية :

تسمى العضلات الهيكلية باسماء معينة حسب نظم خاصة تعتمد على الوظيفة والعمل اللذين تؤديها او موقعها او شكلها او حجمها او اتصالاتها .

١ . التسمية الوظيفية :ـ تسمى العضلات بأسماء تدل على العمل الذي تقوم به مثل عضلات الثني كالعضله الثانية للاصاب Flexor Digitorum muscle .

٢ . التسمية الموقعية :ـ تسمى العضلات حسب موقعها في الجسم مثل العضلة الضنبوبية الامامية (Tibialis Anterior musle) والتي تقع امام عظم الضنبوب .

٣ . التسمية التي تعتمد على عدد نقاط اتصالها بالاصل (Origin) مثل العضلة ثنائية الرؤوس (Biceps muscle) والعضلة ثلاثية الرؤوس (Triceps muscle) .

٤ . التسمية الشكلية :ـ تسمى العضلات بأسماء لها علاقة بشكلها مثل العضلة شبه المنحرفة Trapezius muscle .

٥ . التسمية الاتصالية ـ تسمى العضلات بالنسبة لمناطق اتصالها او ارتكازها في الجسم مثل العضلة القصبية الترقوية الخشائية Sternocleido mastoid musle .التي تتصل من الاعلى بالناتئ الخشائي للعظم الصدغي اما من الاسفل فتتصل بعظمي الترقوه والقص .

٦ . التسمية المشتركة :ـ تسمى العضلات بالنسبة لصفتين من الصفات التي سبق ذكرها مثل العضلة باسطة المعصم الكعبريه ـ وهذه التسمية تمثل عمل العضلة واتصالها .

شكل العضلات

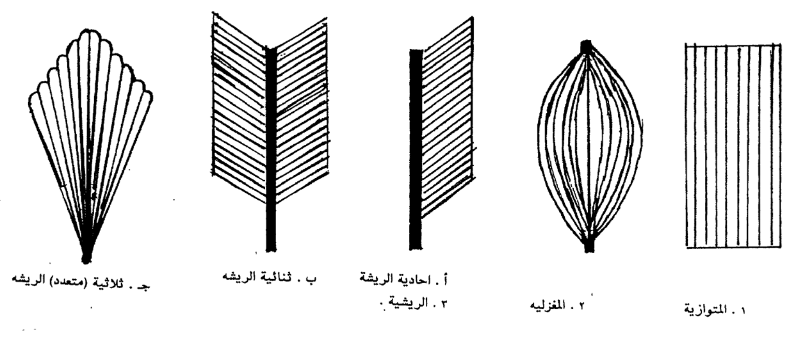
تتباين العضلات في اشكالها طبقا للعمل الذي تؤديه وخصوصا القوة التي تنتجها وصنف الحركة التي يجب ان تولدها لهذا تنتظم حزم الالياف العضلية في انماط معينة لكل عضلة طبقا لوظيفتها وعملها وحسب موقعها مما يؤمن لها قوة العمل والمحافظة على الالياف من التلف او المحافظة على اجزاء معينة خلف العضلة . وتصنف العضلات الهيكلية حسب تنظيم اليافها الى ثلاثة اصناف رئيسة كما في الشكل (١٩) :ـ

اولا : المتوازية Parallel ـ تنتظم الالياف بشكل متواز وشكل العضلة اما رباعي الاضلاع او على شكل شريط كما في العضلة الخياطيه Sartorius muscle .

ثانيا : المغزلية Fusiform ـ تشمل العضلات ذات التنظيم المغزلي الشكل حيث تتباعد الالياف من الاصل وتتقارب عند وسط العضلة نحو المغرز Insertion ومعظم عضلات الاطراف من هذا النوع كالعضلة ذات الرأسين العضدية Biceps Brachii muscle

ثالثا : الريشية Pennate ـ تنتظم الالياف بشكل يشبه تنظيم الريشه حيث تتجه بصورة مائلة من الاصل الى المغرز فاذا كانت من جهة واحدة فأن التنظيم يسمى احادي الريشة unipennate كما في العضلة المثنيه للابهام الطويلة Flexor pollicis longus muscle او من جهتين فان التنظيم يسمى ثنائي الريشه Bipennate كما في العضلة المستقيمة الفخذية Rectus femoris muscle أو من ثلاثة جوانب او اكثر فأن التنظيم يسمى متعدد الريشة multipennate كما في العضلة الدالية Deltoid muscle .

ان التنظيم الريشي للالياف في العضلة يجعل مدى حركتها محدودا بسبب قصر الحزم الليفيه ولكن بسبب وجود العدد الكبير من هذه الحزم في مساحة محدودة فأنها تولد قوة تقلص كبيرة . بينما التنظيم المتوازي للالياف هو تنظيم ضعيف موازنة مع التنظيم الريشي ولكن تستطيع العضلة ذات التنظيم المتوازي ان تقصر حوالي ٥٧٪ من طولها الرئيس ولهذا تكون مدى حركيا كبيرا .



الشكل (١٩)
اصناف العضلات الهيكلية حسب تنظيم اليافها

التشريح الفزيولوجي للعضلة الهيكلية

Physiological Anatomy of the skeletal muscle

تكون العضلات الهيكلية مايقارب نصف وزن الجسم. والعضلة الهيكلية الواحدة كما في الشكل (٢٠) تتكون اساسا من الخلايا العضلية (الالياف) والنسيج الضام connective tissue) حيث تحاط العضلة الهيكلية بنسيج ضام يسمى صفاق العضلة (Epimysium) يحافظ عليها من المؤثرات الخارجية ، ويزداد سمكه في المناطق المعرضه للصدمات .

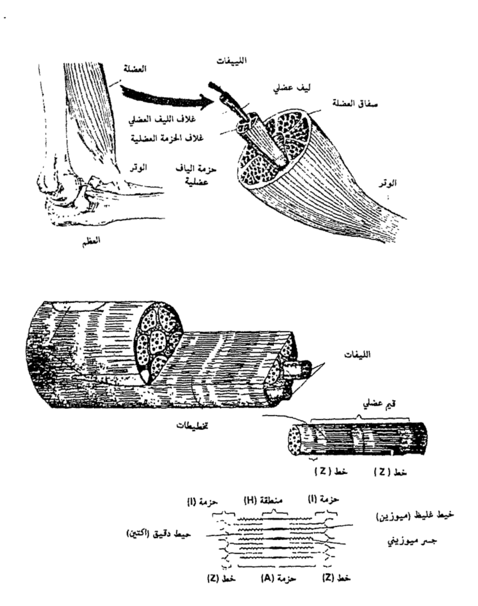
الالياف العضلية في كل عضله تترتب على شكل مجموعات تسمى بالحزم (fasciculi) وتحاط كل حزمه بنسيج ضام يسمى بغلاف الحزمة العضلية (Perimysium) اما النسيج الضام الذي يحيط بالليف العضلي الواحد ويسمى بغلاف الليف العضلي Endomysum والذي يربط الالياف العضلية بعضها مع البعض .

توفر تلك الطبقات من النسيج الضام منطقة اسناد لمرور الاعصاب والاوعية الدموية واللمفاوية من والى الالياف العضلية ، كما ان الخاصية المرنة للعضلة يعود معظمها لتلك الطبقات من النسيج الضام .

اما غلاف الليف العضلي (غمد الليف العضلي Sarcolemma) فيتألف من الغشاء البلازمي والذي يشبه الغشاء البلازمي لخلايا الجسم الاخرى ، وطبقة خارجية من متعدد السكريد مشابه للغشاء القاعدى الذي يحيط بالاوعية الدموية الشعرية كما توجد اليالف غراوية بروتينية في الطبقة الخارجية لغمد الليف العضلي وتلك الالياف تندمج بسمحاق العظم Periostum حيث تكون منطقة الاتصال تلك القاعدة لتحريك العظم .

يحتوى الليف العضلي على عدة نوى ذات مواقع محيطية اي تلي غمد الليف العضلي مباشرة ويتناسب عددها مع حجم الليف .

هيولى الخلية العضلية (Sarcoplasm) يحتوى على اعداد كبيرة من المتقدرات والتي تنتظم بشكل طولي بين اللييفات العضلية (Myofibrils) حيث تؤمن الطاقة الضرورية التي يحتاج اليها الليف العضلي . كذلك يحتوى الهيولى على مواد اخرى مثل شوارد كل من (الكلسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد) وأتب وفسفات الكريتين وسكر الغلوكوز .



الشكل (٢٠)

تركيب العضلة الهيكلية

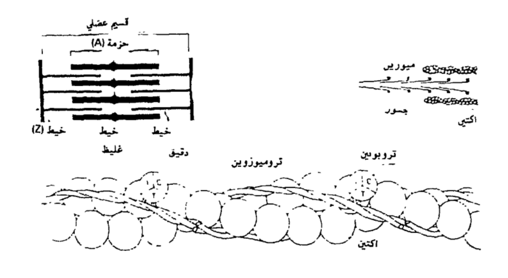
شبكة الهيولى العضلية (Sarcoplasmic Reticulum)

تؤثر تلك الشبكة تـأثيرا مهما في عملية التقلص العضلي حيث تظهر بشكل مكثف في العضلات سريعة التقلص . والشبكة الهيولية العضلية مشابهة للشبكه الهيولية للخلايا الاخرى . وتتألف من انابيب دقيق مرتبه بشكل طولي إموازٍ لليبفات. وتنتهي نهايتا كل انبوب من انابيب تلك الشبكة بصهريجين Cisternae . وهذه الصهاريج هي بالحقيقة مخازن لشوارد الكلسيوم داخل الليف . كما توجد شبكة اخرى من انابيب دقيقة تسمى بالنبيبات المستعرضه T – Tubules وتظهر تلك على شكل انبعاجات من الغشاء البلازمي لليف حيث تحتوى تلك النبيبات على السائل الخلالي مما يجعله يحيط بالیف . ووظيفة النبيبات المستعرضة تتضمن نقل الفعل الكامن من غمد الليف العضلي الى داخل الليف . حيث تؤدي النبيبات المستعرضة وظيفة رئيسة في عملية اقتران الاستثاره ـ التقلصية Excitation – contraction coupling في العضلات الهيكلية للثدييات .تقع النبيبات المستعرضة في مناطق اتصال حزم (A) وحزم (I) «والتي سوف يرد ذكرها بصورة تفصيلية لاحقا» لهذا ان كل قسيم عضلي (Sarcomere) يحتوى على اثنتين من النبيبات المستعرضه كما أن كل نبيب من النبيبات المستعرضة يصنع مع الصهريجين على جانبيه مايسمى بالمثلث (Triad) .

اللييفات العضلية : ـ تحتوي هيولي الخلية العضلية على اللييفات وهي مرتبة بشكل موازٍ للمحور الطولي للخلية العضلية ويفصل الواحدة منها عن الاخرى ١٨٠ أنغستروم وقطر الليفة يبلغ حوالي المكرومتر الواحد . اما عدد اللييفات في الليف العضلي فيعتمد على حجم الليف حيث يتراوح من عدة مئات في الليف الواحد الصغير الى عدة الآف في الليف الكبير . واللييفة العضلية تتكون من نوعين من الخيوط العضلية Myofilaments وكما هو موضح في الشكل (٢١) .

نوع غليظ Thick Filaments يبلغ عدده حوالي ١٥٠٠ ونوع دقيق Thin Filaments يبلغ عدده حوالي ٣٠٠٠ . يكون بروتين الميوزين (Myosin) .

الخيوط الغليظه وهو ذو وزن جزيئي كبيرا يبلغ (٥٠٠ر٠٠٠) وجزيئه الميوزين في الخيط الغليظ تتكون من سلسلتين متماثلتين من عديد الببتيد Identical polypeptide chains . يوجد في نهاية واحدة من كل سلسلة رأس بروتيني كروي الشكل يحتوي على أنظيم أتباز (ATP ase) الذي يقوم بتحليل أتب والذي ينتج عنه طاقة تستخدم في عملية التقلص .



الشكل (٢١)

الخيوط الغليظة والدقيقة

وهـذه الرؤوس البروتينيـة الممتـدة من الميوزين تمثل الجسور التي تتصل بـوسـاطتهـا الخيوط الغليظة بالخيوط الـدقيقـة وتترتب تلـك الجسور بشكل حلزوني يحيـط بـالخيوط الغليظة (باستثناء المركز) بحيث تبعد الواحدة عن الاخرى حوالي ١٤٠ أنغستروم .

وترتبط هذه الجسور بالخيوط الدقيقة بنقاط تبعـد الواحـدة عن الاخرى بحوالي ٤٣٠ أنغستروم .

الخيوط الدقيقة ـ تتكون من ثلاثة أنواع مختلفة من البروتين تشمل : ـ

١ . الاكتين Actin ذات وزن جـزئي ٦٠,٠٠٠ وهي جـزيئـات كرويـة الشكل تكـون صفين ملتويين كالظفيرة .

٢ . التروبوميوزين Tropomyosin ـ وهي خيـوط طـويلـة مـوضـوعـة في الاخـدود بين صفي سلسلتي الاكتين . وزنها الجـزيئي يبلـغ ٧٠,٠٠٠ ويعتقـد بـأنـه اثنـاء فترة الراحـة تغطي خيـوط التروبـوميـوزين النقـاط التي ترتبـط بهـا جسـور الميـوزين بالاكتين .

يبلغ عدد جزيئات التروبوميوزين في الخيط الدقيق من (٤٠ـ٦٠) جزيئـة بينمـا يبلغ عدد جزيئات الاكتين في هذا الخيط (٣٠٠ـ٤٠٠) جزيئة .

٣ . التروبونين Troponin وهي وحدات صغيرة كروية الشكل موضوعة على طول خيوط التروبوميوزين وذات وزن جزيئي قدره (٥٠،٠٠٠) وكل وحدة من التروبونين تتألف من ثلاث جزئيات بروتينيه كروية الشكل تشمل ، الجزئية الاولى (Troponin – T) يتمثل عملها بربط التروبونين بالتروبوميوزين ، والجزيئة الثانية (Troponin – I) يتمثل عملها بمنع ارتباط جسور الميوزين بالاكتين .
الجزيئة الثالثة (Troponin – C) وهي تمثل المنطقة التي لها القابلية على الارتباط بشوارد الكلسيوم والتي تؤدي وظيفة مهمة في عملية التقلص .

والليف العضلي يظهر تحت المجهر مخططا عرضيا حيث تتناوب اشرطه فاتحه اللون واشرطه غامقة اللون على طوله ويعود ذلك للتداخل الجزئي بين الخيوط الغليظه والخيوط الدقية .

والاشرطة او المساحات الغامقة تسمى بحزم (A) متباينه الخواص (Antiisotrophic) اما الاشرطة او المساحات الفاتحه فتسمى بحزم (I) متشابهة الخواص (Isotrophic) يظهر في وسط حزمة (A) شريط فاتح اللون يسمى منطقة (H) وفي وسط تلك المنطقة يظهر خط غامض يسمى خيط (M) وحزمة (A) يبلغ طولها ١،٥ مكرومتر وسمكها ١١٠ انغستروم وتحتوى على الخيوط الغليظه وكذلك الخيوط الدقيقة عدا منطقة (H) والتي تقع بين نهايات الخيوط الدقيقة . اما خيط (M) فيبرز من الانتفاخات المتكونة في مراكز الخيوط الغليظه حيث يربط الخيوط الغليظه ويحافظ عليها في وضعها الاعتيادي .

ان حزمة (I) يبلغ طولها حوالي مكرو متر واحد وسمكها ٥٠ ـ ٦٠ انغستروم وتحتوى على الخيوط الدقيقة كما يقسمها خط غامق يسمى بالخط (Z) وهو شبكه تتكون من نهايات الخيوط الدقيقة والمسافة المحصورة بين خطين متعاقبين من خطوط (Z) تسمى بالقسيم العضلي وهي مسافات ثابته على طول الليفه حيث يتراوح طولها بين ١،٥ ـ ٣،٥ مكرو متر ويعتمد ذلك على درجة تقلص الليف وانبساطه تصبح ضيقه عند تقلص الليف .

ان هيولى الليف العضلي يحتوي على مواد بروتينية عديدة فضلا عن البروتينات التي سبق ذكرها مثل M – Protein و Actinin ويعتقد بأن تلك البروتينات تحافظ على نظام الخيوط الغليظه والخيوط الدقيقة بالشكل المتعارف عليه .

العضلات الهيكلية تحتوى على كميات متباينة من الميوغلوبين Myoglobulin ولذلك تصنف الالياف العضلية الى صنفين اساسيين هما :ـ

١ . الاليـــاف العضليـــة الحمراء : تحتـوى على كيـــات كبيرة من الميـوغلـوبين الضـارب للحمره الـذي يـوفر مخـزونـا اضـافيـا من الاكسجين ولكـون تلـك الاليـاف تحتـوى على اعـداد كبيرة من المتقـدرات كـذلـك وبسبب التجهيز الـدمـوي الجيـد لهـا الـذي يـزودهـا بكميـات كبيرة من الاوكسجين فـان ذلـك يجعلهـا قـادره على انتـاج كميـة كبيرة من أتب بعمليـة التحلـل الحيهـوائي للسكر والـذي تنتـج عنـه كميـات قليلـة من الحمض اللبني ولتلـك الاسبـاب فـأن العضـلات الحمراء عنـد الريـاضيين تـؤهلهم على الاستمرار في النشـاط العضلي لفترات طويلة كالجرى لمسافات طويلة .

٢ . الالياف العضليـة البيضـاء : تحتوى على كميـات قليلـة من الميوغلوبين وكـذلـك على اعداد قليلـة من المتقـدرات لهـذا فـأنهـا تؤهل الريـاضيين الى النشـاط عضلي لفترات قصيرة كالجرى لمسافات قصيرة والتي تتطلب جهدا عنيفا ومفاجئاً .

اتصالات العضلات Muscle Attachments

تتصل العضلات بعضهـا مع البعض وبـالجلـد بوسـاطـة نسيـج ضـام ليفي مثـل العضـلات التعبيريـه في الـوجـه (Muscles of Expression) .والعـالبيـة العظمى من العضـلات تتصـل بـالعظـام بـوسـاطـة انسجـة ضـامـه ليفيـه تسمى بـالاوتـار (Tendons) والاوتـار ذات اشكال وحجـوم متبـاينـه تبعـا لتبـاين العضـلات . وغـالبـا مـا تترتب اليـاف الـوتر على شكل حـزم او حبـال تنغرز بسمحـاق العظم مخلفةً ارتفـاعـا واضحـا على سطحـه . امـا اذا التصقت العضلـة مبـاشرة بـالعظم وبدون وتر وبأليافهـا العضليـة فـأن منطقـة الاتصـال تكون ملسـاء نـاعمـه وعمومـا بـدون علامـه واضحـة . كـذلـك تتصل العضـلات بعضهـا مـع بعض او مـع العظـام بـوسـاطـة السفـاق العضلي (Aponeurosis) والمترتبـه اليـافـه على شكل صفـائـح مسطحـه . كما ان بعض العضـلات تتصـل بـالغضـاريف (Cartilages) كما هـو الحـال بعضـلات صنـــدوق الصــوت (Voice Box) . وتتصـل معظم العضـلات بعظمين مختلفين ، ويسمى الاتصـال الاقـل حركـة الاصـل ويسمى الاتصـال الاكثر حركـة المغرز حيث ان الاصـل غـالبـا مـايبقى ثـابتـا ، امـا المغرز فيمثـل الارتكاز الـذي يتحرك باتجاه خط سحب الالياف العضلية نحو الاصل .

توجد العـديـد من الحـالات التي يتغير فيهـا الاصل والمغرز من حيث الحركـة حيث يتحرك الاصـل ويبقى المغرز ثابتاً كما حـالـة العضلـة الالـويـة الـوسطى Gluteus Medius Muscle .

التجهيز العصبي والدموي Nerve and Blood supply

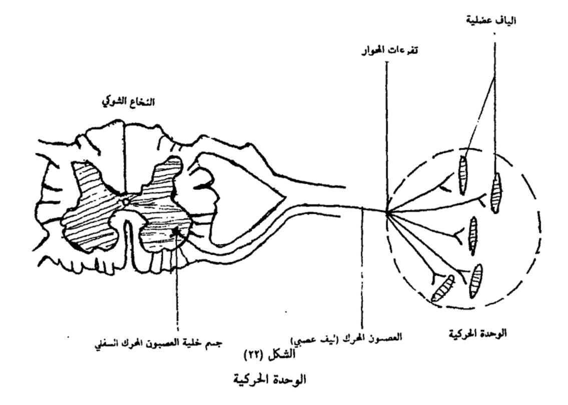
تجهز العضلة الهيكلية تجهيزا جيدا بالاعصاب والاوعية الدموية وهذا التجهيز يرتبط ارتباطا مباشرا مع الصفة الوظيفية للعضلة والمتمثل بالتقلص . يتم تقلص الخلية العضلية عادة نتيجة لوصول الدفعة من عصبها المحرك . وتتطلب عملية التقلص كمية معينة من الطاقة تحصل عليها عادة من المواد الغذائية وبوجود الاكسجين المزود لها بواسطة الدم. كما ان مخلفات عملية الاستقلاب يقوم الدم بنقلها الى الاعضاء المتخصصه في الجسم لطرحها .

تجهز العضلة بصورة عامة بشريان واحد ووريد واحد او اكثر مرافقين لكل عصب يدخل العضلة الهيكلية . ان التفرعات الكثيرة للاوعيه الدموية تصاحب تفرعات العصب خلال نسيج العضلة الضام ، بينما تكون الاوعية الدموية الجهرية والتي تسمى بالشعيرات مرتبطه بغلاف الليف العضلي او موجودة فيه . لهذا ان كل خلية عضلية تكون على اتصال مع واحد او اكثر من الاعويه الدموية .

الوحدة الحركية والموصل العصبي العضلي
Motor Unit And Neuromuscular Junction

تغذي العضلات الهيكلية اعصابا جسمية محركة تنشأ اليافها من الخلايا العصبية في القرن الامامي للنخاع الشوكي ومن نوى الاعصاب القحفية المحركة . وتعتمد العضلات الهيكلية كليا في عملها على الدفعات العصبية التي تبدأ حركة العضلات وتنظم شدتها ولهذا فان التقلص في العضلات الهيكلية عصبي المنشأ Neurogenic .ان الخلية العصبية في القرن الامامي للنخاع الشوكي وليفها تكون مايسمى بالعصبون المحرك السفلي ،والليف العصبي عند دخوله الى العضله يتفرع الى عدة فروع ليزود ما بين ٥ ـ ٢٠٠٠ من الالياف العضلية ويكون الليف العصبي والالياف العضلية التي زودها مايعرف بالوحدة الحركية Motor Unit . كما هو موضح في الشكل (٢٢) .

تتباين العضلات الهيكلية في عدد وحداتها الحركية (من عدة مئات الى عدة الاف من الوحدات الحركية) كذلك يتباين عدد الالياف العضلية في الوحدات الحركية للعضلات ويعتمد ذلك على نوع العمل الذي تؤديه العضلة . فالعضلات التي تستخدم لاداء حركات مرهفه ودقيقة ومسيطر عليها بدقة واحكام تحتوي وحداتها الحركية على اقل عدد ممكن من الالياف العضلية كما هو الحال في العضلات المحركة للجفن والعضلات



الشكل (٢٢)

الوحدة الحركية

المحركة للعين وبناء على ذلك فأن التوتر الذي تولده تلك العضلات مسيطر عليه بدقه واحكام لان شدة التقلص تزيد او تقل بكمية قليلة جدا بسبب صغر الوحدات الحركية . وبالمقابل فالعضلات المستخدمه لتوليد قوة تقلص كبيرة كما في عضلة الساق تحتوى وحداتها الحركية على المئات من الالياف العضلية لهذا ان شدة التقلص في تلك العضلة تزداد بكميات كبيرة وهذا يوضح عدم قدرتها على توليد الحركات الرقيقة والمرهفه موازنة بالعضلات ذوات الوحدات الحركية الصغيرة .

وتقوم كل الالياف العصبية الصادرة الى العضلات الهيكلية بعمل المنبه لتلك العضلات وتسبب تقلصها حيث لاتوجد الياف عصبية صادره الى العضلات الهيكلية عند تنبيبها تسبب الارتخاء موازنة مع العضلة القلبية والعضلات الملساء والتي تزود بنوعين من الالياف العصبية ، النوع الاول يعمل منبها والنوع الثاني يعمل مثبطا وبناء على ذلك فالعضلة الهيكلية تتقلص بسبب الدفعات الصادرة لها من عصبها المحرك اما ارتخاؤها فينتج بسبب قلة وصول الدفعات العصبية لها او انقطاعها .

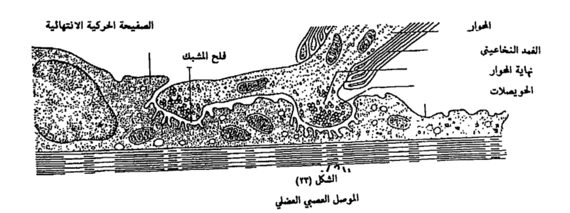
تتداخل الالياف العصبية مع الالياف العضلية ضمن تنظيمين اثنين هما :ـ

التنظيم الاول ، مما سبق ذكره ان العضلة تقسم الى وحدات حركيـة وكل وحـدة يزودهـا ليف عصبي واحـد وظيفتـه السيطرة على عمل تلـك الـوحـده وتنظيمـه . فـاذا نبـه ذلـك الليف العصبي بمنبـه فسـوف ينتـج عن ذلـك تقلص جميـع الاليــاف العضليــة في تلــك الوحـده . واذا ازداد قوة المنبـه لتنبـه ليفـا عصبيـا اخر ينتج عن ذلـك تقلص الاليـاف العضلية في الوحدة الحركية المزود لها بذلك الليف مما يسبب زيـادة في قوة التقلص . كما ان قوة التقلص تزداد عند تنبيه وحدات حركية اخرى وهذا مما يفسر ظاهرة التـدرج في قوة التقلص العضلي والعضلـة ممكن ان تؤدي اكبر قوة تقلص عنـد تنبيـه جميع وحـداتها الحركية بـاستعمال المنبـه الاعظمي Maximal Stimulus . امـا اذا زادت قوة المنبـه (اكثر من الاعظمي) ففي هذه الحالة لايمكن توليد قوة تقلص اشد من قوة التقلص التي ولدهـا المنبه الاعظمي ويعود السبب لعدم وجود وحدات حركيـة اخرى لتنبيههـا . وفضلا عن ذلك فالوحدة الحركية تخضع لقـانون الكل او العـدم حيث اذا نبـه ليفهـا العصبي تنبيهـا كافيا فأن التقلص يشمل كافة الالياف العضلية في الوحدة الحركية . ولهـذا تعتبر الوحـدة الحركية اصغر وحده وظيفيه في العضلة .

التنظيم الثاني ، يشمل الموصل العصبي العضلي

Neuro – muscular or Myoneural Junection

وكما هو موضح في الشكل (٢٣) حيث ينبـه الليف العضلي من خلال منطقـة الموصـل العصبي العضلي . فـالـدفعـة في الليف العصبي المحرك تنبـه الاليـاف العضليـة في الـوحـدة الحركية بوساطة الناقلة الكيمياويـة وهي الاسيتيل كولين اي لاينتقل التيـار الكهربـائي (الدفعة) مباشرة من الليف العصبي الى الالياف العضلية في الوحدة الحركية .



الشكل (٢٣)

الموصل العصبي العضلي

منطقة الموصل العصبي العضلي مشابهة من حيث الوظيفة للمشبك العصبي الكيمياوي والالياف العصبية في الاعصاب المحركة هي ذوات نخاعين وتفقده في مناطق مواصلها في الالياف العضلية . ان المنطقة التي تتقارب عندها نهاية الليف العصبي مع غمد الليف العضلي تسمى منطقة الموصل العصبي العضلي وعادة تكون قرب منتصف الليف العضلي وتتميز بتركيبين اساسيين هما نهاية الليف العصبي والصفيحة الحركية الانتهائية (Motor End Plate) .

يتفرع كل ليف عصبي في العصب المحرك حيث يكوّن كل تفرع توسعا يدعى بالبصلة الانتهائية (Terminal Bulb) التي تحتوى على اعداد كبيرة من المتقدرات والتي تقوم بتزويد الطاقة الضرورية للصناعة المستمرة لمادة الاسيتيل كولين التي تخزن في حويصلات المشبك الموجوده في البصلة الانتهائية ، يتثخن غمد الليف العضلي (في منطقة الموصل العصبي العضلي) ويتصف بالتعرجات الكثيرة ليكون شقوقا تتوضح فيها نهايات الليف العصبي . والتعرجات تلك تزيد من المساحة السطحية لغمد الليف العضلي مما يوفر مدى اوسع لعمل الناقلة الكيمياوية لتنبيه الليف العضلي . وتعرف التعرجات في غمد الليف العضلي بالصفيحة الحركية الانتهائية والتي تحتوى على انظيم كولينيستيراز Cholinesterase الذي يحلل مادة الاسيتيل كولين ويبطل تأثيرها . لايوجد ارتباط مباشر بين البصلة الانتهائية والصفيحة الحركية الانتهائية حيث يوجد حيز ضيق يدعى فلح المشبك يفصل بينهما ويتراوح عرضه بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ انغستروم ومملوء بمادة السائل الخلالي . فعندما تصل الدفعة الى نهاية الليف العصبي تسبب زيادة في نفوذية غشاء البصلة الانتهائية لشوارد الكلسيوم في السائل الخلالي ، وبسبب دخول شوارد الكلسيوم الى البصلة الانتهائية. يلتحم عدد من حويصلات المشبك بالغشاء وتنفتح الى منطقة فلح المشبك لتحرر مادة الاسيتيل كولين (الناقلة الكيمياوية) حيث تعبر مادة الاسيتيل كولين فلح المشبك لترتبط بمستقبلاتها في الصفيحة الحركية الانتهائية ونتيجة لهذا الارتباط تزداد نفوذية الصفيحة الحركية الانتهائية لشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم مما ينتج عن ذلك ازالة استقطاب الصفيحة الحركية الانتهائية ويسمى الفعل المولد بكامن الصفيحة الانتهائية End Plate Potential والذي يسبب ازالة استقطاب المناطق المجاوره له من غشاء الليف العضلي مولدا دفعة فيها تنتقل على طول غشاء الليف .

اما الناقلة الكيمياوية فبعد تنبيهها للصفيحة الحركية الانتهائية تحلل بوساطة انظيم كولينيستيراز والذي يشطرها الى الكولين وحمض الخليك بعد حوالي ٢ ـ ٣ ميلي ثانية من ارتباطها بالمستقبلات .

العقاقير التي تؤثر على مرور الدفعات عبر الموصل العصبي العضلي :

١ . العقاقير التي تنبه الالياف العضلية والتي يشبه تأثيرها تأثير مادة الاسيتيل كولين :ـ توجد العديد من المركبات الكيمياوية والتي لها نفس تأثير مادة الاسيتيل كولين على الاليـاف العضليـة مثـل الميتـاكـولين (Methacholine) والنيكـوتين (Nicotine) والكارباكول (Carbachol) وهذه المركبات لاتتأثر بأنظيم كولينيستيراز واحيـانـا لـه تأثير محدود عليها لذلك يزال تـأثير تلـك المواد ببـطء . فلو وضعت تلـك المركبـات على الالياف العضلية فسوف يبقى تأثيرها من عدة دقائق الى عدة ساعات .

٢ . العقـاقير التي تعطل انتقـال الـدفعـات عبر المواصل العصبيـة العضليـة :ـ تشمل تلـك العقـاقير مجمـوعـة الكيورار يفورم (Curariform Drugs) وتتصف تلـك المجمـوعـة بقـابليتهـا على الارتبـاط بمستقبـلات مـادة الاسيتيـل كـولين في الصفيحـة الحركيـة الانتهـائيـة ممـا يمنـع ارتبـاط مـادة الاستيـل كـولين بمستقبـلاتهـا ، لهـذا ان مـادة الاسيتيل كولين التي تحررها الـدفعـة العصبيـة لاتستطيع التـأثير على نفوذيـة غشـاء الصفيحة الحركيـة الانتهـائيـة لكل من شوارد الصوديوم والبوتـاسيـوم لان التغير في النفوذيـة تلـك يعتمـد على ارتبـاط مـادة الاسيتيل كولين بمستقبـلاتهـا ولـذلـك فـأن تأثير هذه المجموعة من العقاقير يسبب الشلل الرخو .

٣ . العقاقير التي تعزز من انتقال الدفعات عبر المواصل العصبية العضليـة وذلـك بتعطيل تأثير انظيم كولينيستيراز مما تمنع تحليل مادة الاسيتيل كولين والتي تحررها الـدفعـات العصبيـة ممـا يسبب حـالـة التشنج العضلي Muscle spasm ومن هـذه العقـاقير غـاز الاعصـاب (Diisoprophyl fluoro phosphate) والـذي لـه تـأثير مميت حيث يعطـل تأثير انظيم كولينيستيراز لعـدة اسـابيع . امـا المركبـات الاخرى مثل الفـايسوستكمين (Physotigmine) والنيوستكمين (Neostigmine) . فتأثيرها يعتمـد على مقـدار الكميـة المستعملـة منهـا . فلـو وضعت كميـة قليلـة من تلـك المركبـات على الليف العضلي لاحدثت ازالة استقطاب موضعية في عدة نقاط منتجـة دفعـات جـديـدة ممـا يسبب التشنج . ولكن لو استعملت كميـات كبيرة منهـا فـأن الليف العضلي يصـاب بحـالـة ازالة استقطاب مستمرة وبهذا تنعدم قابليتـه على توليـد دفعـات جـديـدة ممـا يجعلـه يصاب بحالة الرخو .

العضلة الهيكلية تتقلص او تقصر نتيجة لاستجابتها للتنبيه الذي يصل اليها من عصبها المحرك والذي تنشأ اليافه من القسم الارادي في الجهاز العصبي المركزي .

يتم تنبيه الليف عادة في الصفيحة الحركية الانتهائية مولدا موجة ازالة الاستقطاب التي تنتقل على طول غشاء الليف ثم تنتقل هذه الموجه الى غشاء الشبكة الهيولية بوساطة النبيبات المستعرضه التي تبعد عن غشاء الشبكة الهيولية ١٢٠ أنغستروم .

ان موجة ازالة الاستقطاب (الفعل الكامن) تحرر شوارد الكلسيوم من مخازنها في الشبكة الهيولية الى مصورة (بلازما) Plasma الليف العضلي والتي تطلق عملية التقلص .

أن ظاهرة ازالة الاستقطاب والتي تتبعها مباشرة موجة التقلص تسمى بعملية الاقتران الاثارية ـ التقلصية ، وهي موضحة في الشكل (٢٤) .

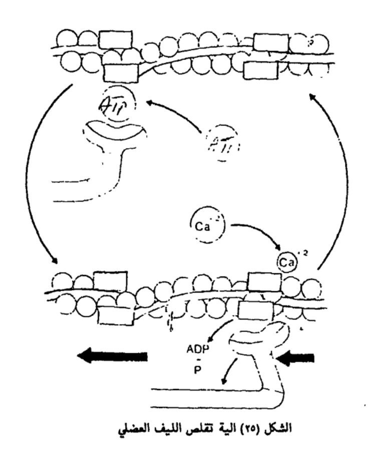
ان تقلص الليف العضلي او قصره يتم نتيجة لانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظه حيث تبقى حزم (A) ثابته عند التقلص بينما تتقارب خطوط (Z) بعضها من البعض لذا تضيق حزم (I) وبهذا تتداخل نهايات الخيوط الدقيقة المتقابلة بعضها مع البعض لتسد خط (H) ويحدث العكس عند الارتخاء حيث تتباعد خطوط (Z) بعضها عن البعض وتتسع حزم (I) .

تبدأ عملية التقلص بانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظة والتي تتم بسبب ارتباط جسور الميوزين مع الاكتين ساحبة اياه باتجاه مركز القسيم العضلي ثم ينقطع الاتصال بين جسور الميوزين والاكتين لتعود تلك الجسور لترتبط بالاكتين في نقاط تبعد قليلا عن نقاط الاتصال الاولى . تتكرر تلك العملية اي عملية اتصال جسور الميوزين بالاكتين ثم سحبها للاكتين وانقطاعها عنه . وفي كل عملية يقصر الليف ١ ٪ من طوله وبهذه الطريقة تتم عملية التقلص اي بتكرار الانفصال والاتصال والسحب للجسور المتعددة التي توصل الميوزين بالاكتين .

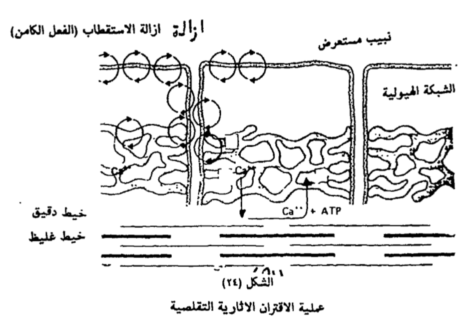
اما كيفية اتصال جسور الميوزين بالاكتين وسحبها اياه باتجاه مركز القسيم العضلي موضحه في الشكل (٢٥) .

وتتم على الوجه الاتي :ـ

ان انزلاق الاكتين على الميوزين يحدث في عدة مراحل قبل بدء عملية اتصال جسور الميوزين بالاكتين . ترتبط اتب مع جسور الميوزين وكذلك ان تركيز شوارد الكلسيوم حول الخيوط قليل بحيث لايكفي لبدء عملية التقلص ويرتبط خلال هذه الفترة ايضا



الشكل (٢٥) الية تقلص الليف العضلي



الشكل (٢٤)

عملية الاقتران الاثارية التقلصية

تروبونين (I) بقوة مع الاكتين لهذا تكون مجموعة تروبونين تروبوميوزين مايعرف ببروتين الارتخاء حيث يمنع ارتباط جسور الميوزين بالاكتين .

تحرر موجه ازالة الاستقطاب عند وصولها الى الشبكة الهيولية شوارد الكلسيوم من مخازنها لترتبط مع تروبونين (C) مسببة اضعاف الرابطة بين تروبونين (I) والاكتين مما يسمح بحركة التروبوميوزين جانبا وينتج عن ذلك انكشاف النقاط على طول الاكتين التي ترتبط معها جسور الميوزين . لهذا يرتبط كل جسر ميوزيني بنقطة على الاكتين ثم تحلل أتب التي ارتبطت بالجسر الميوزيني بوساطة انظيم أتباز (ATpase) في الجسر الميوزيني والطاقة الكيمياوية للاتب تحول الى عمل ميكانيكي ينتج عنه انحناء الجسر الميوزيني باتجاه مركز القسيم العضلي ونتيجة لانحناء الجسر الميوزيني يسحب معه الاكتين باتجاه مركز القسيم العضلي وفي هذا الوضع يرتبط الجسر الميوزيني بجزيئة اخرى من أتب ثم يتحرر من الاكتين ليعود الى وضعه العمودي ليعيد نفس العملية .

اما عملية الارتخاء (Relaxation) فتتم نتيجة لاعادة شوارد الكلسيوم الى الشبكة الهيولية العضلية حيث تضخ بوساطة النقل الفعال ومن هناك تنتقل بوساطة الانتشار الى مخازنها . ينتج عن ضخ شوارد الكلسيوم الى الشبكة الهيولية العضلية انقطاع التداخل الكيمياوي بين جسور الميوزين والاكتين . بهذا ترتخي العضلة حيث تعود خيوط الاكتين الى وضعها الطبيعي بسبب خاصيتها المرنة العائدة لطبيعة تركيبها الحلزوني وكذلك نتيجة لسحب الانسجة الضامة داخل الليف .

من المعروف ان العضلة تبقى في حالة تقفع (Contracture) اذا عرقلت عملية النقل الفعال لشوارد الكلسيوم .

مصادر الطاقة للتقلص والارتخاء العضلي

Sources of Energy for muscular contaction and Relaxation

ان المصدر الرئيس للطاقة المستخدمة في المحافظه على النشاط العضلي هو الأتب . اما المصدر الرئيس لتوليد الطاقة الضرورية لانتاج هذا المركب فيشمل التحلل اللاحيهوائي للسكر والذي يجرى في الهيولى العضلية ، والتحلل الحيهوائي للسكر في المتقدرات والطاقة المنتجه من هذا الاخير (دورة كربس Kerbs – Cycle) كثر بكثير من الطاقة المنتجة بالتحلل للاحيوائي .

تستخدم الحموض الدهنية Fatty Acids ايضا مصدرا للطاقة في حالة استنزاف مخزون السكريات (Carbohyrate) في الخلايا العضلية الذي يخزن على شكل غليكوجين (نشا حيواني) حيث يحول الغليكوجين عند الحاجة الى سكر الغلوكوز الذي تؤكسده الخلية لانتاج الطاقة . اما الطاقة المنتجة من الحموض الدهنية فتعتمد على طول حلقة الحمض الدهني .

ان مصدر الطاقة المباشر والاستثنائي لصناعة الاتب اثناء النشاط العضلي يأتي من انشطار فسفات الكريتين بفعل انظيم الكريتين فسفوكانيز (Creatine phosphokinase) وبذا يصبح مركب فسفات الكريتين مصدرا لتزويد الفسفات لصناعة أتب من ثاني فسفات الادينوزين (Adenosine Diphosphate) .

الخلايا العضلية تحتوى على كميات كبيرة من الكريتين وهو مركب عضوى فعند توفر كميات من الاتب كالذي يحدث اثناء فترة الراحلة وبتوفر الاكسجين الكافي يصبح الاتب في المتقرات مصدرا لتزويد الفسفات لصناعة مركب فسفات الكريتين الغني بالطاقة من الفسفات والكريتين حيث تبلغ كميته اثناء فترة الراحة خمسة اضعاف كمية الاتب . وعند النشاط العضلي يصبح مركب فسفات الكريتين مصدرا لتزويد الفسفات لصناعة الاتب وهذه العملية لاتدخل في التفاعلات الكيمياوية للاكسدة والفسفره Oxcidation And Phosphorylation .

والطاقة في الجسم ليست ضرورية للنشاط العضلي فقط بل تستخدم ايضا في نشاط اجهزة الجسم الاخرى فهي تستعمل مثلا طاقة في امتصاص السكريات بوساطة الامعاء وتكوين اليوريا بوساطة الكبد وتكوين الامونيا بواسطة الكليتين .... الخ .

الحرارة المنتجة بوساطة العضلات

فضلا عن الوظيفة الرئيسة للعضلات المتمثلة في التقلص فأن العضلات تحافظ على درجة حرارة الجسم حيث ان ربع الطاقة التي تنتجها تستخدم في عملية التقلص اما البقية فتستخدم في المحافظة على درجة حرارة الجسم فعند أنخفاض درجة حرارة الجو تصاب العضلات بحالة ارتجاف (تشنجات تقلصية) من اجل انتاج الحرارة المطلوبة للمحافظة على درجة حرارة الجسم . اما مصدر الحرارة الاولية (Initial Heat) التي تظهر عند تقلص العضلة وانبساطها فيأتي مباشرة من تحلل الاتب وفسفيات الكريتين وتجرى تلك العمليات بدون الاعتماد على وجود الاكسجين . وفي حالة الارتخاء وعند غياب الاكسجين تنتج الطاقة من التحلل اللاحيوائي للسكر والذي يصاحبه تكون حمض اللبنيك وتسمى الحرارة المنتجة في تلك العملية بالحرارة المتأخره اللاحيوائية Delayed Anaerobic Heat .

الجزء الاعظم من الحرارة يتولد عادة بوساطة عمليات الاكسدة والتي تحدث عند ارتخاء العضلة وبوجود الاكسجين والتي تصاحبها ازالة حمض اللبنيك من العضلة حيث تم اكسدته الى ثاني اكسيد الكربون والماء . ان الحرارة المنتجة هذه تسمى الحرارة المتأخرة الحيهوائية (Delayed Aerobic Heat) .

ويتضح من هذا ان معظم الحرارة المتولدة في العضلة عند تقلصها تظهر بعد انتهاء التقلص وكذلك فالعضله تبذل طاقة كبيرة لاعادة بناء مخزون الطاقة الانيه لحركتها المقبلة .

آلية دين الاكسجين The Oxygen Debt Mechanism

ان الاداء العضلي يكون اكثر فعالية وتأثيرا في الظروف التي تتوفر من خلالها الكميات الكافية من الاكسجين،وفي العضلة تحت التمرين تتوسع الاوعية الدموية مما يزيد من جريان الدم موفرا زياده في كمية الاكسجين لتصل الى مستوى تتناسب عنده كمية الاكسجين المستخدمه مع كمية الطاقة المستهلكه والتي تولد بوساطة الاكسدة الهوائية (الحيهوائية) في المتقدرات ، وعندما يزداد الجهد العضلي الى مستوى عال جدا عند ذلك لاتتماش اعادة تكوين مخزون الطاقة بوساطة الاكسدة الهوائية مع سرعة استهلاكها وخلال تلك الفترة ما تزال تستخدم ايضا فسفات الكرياتين لاعادة تكوين الاتب ولكن تنتج مجموعة من الاتب باستعمال الطاقة المتولدة من التحلل اللاحيوائي للسكر والذي ينتج عنه تولد كميات من حمض اللبنيك . ولفترات قصيرة ان تحلل اللاحيوائي للسكر يسمح بجهد عضلي كبير اكثر مما في حالة عدم وجوده .

على الرغم من سرعة نفوذ حمض اللبنيك (المتولد من التحلل اللاحيوائي للسكر) الى مجرى الدم تتجمع منه كميات في العضلة مما يفوق الدارئ النسيجي Tissue – Buffer مغيرة الباهاء (PH) وبذلك تعيق عمل الانظيمات .

بعد فترة الاجهاد (اثناء الراحة) يتزود الجسم بكميات اضافية من الاكسجين يستخدمها في ازالة الكميات المتجمعة من حمض اللبنيك لاعادة تكوين مخزون الطاقة المتألفة من الاتب وفسفات الكرياتين وكذلك لاعادة كمية الاكسجين القليلة والتي استخلصت من الميوغلوبين .

ان كمية الاكسجين المضافة تتناسب مع كمية الطاقة المطلوبة خلال الجهد العضلي والتي تفوق كمية الطاقة المنتجة بوساطة الاكسدة الهوائية . والاكسجين الضروري لاستبدال الطاقة المستهلكة لاحيوائي يسمى بدين الاكسجين . ومن اجل أستمرار النشاط العضلي المؤثر يجب ان يرد دين الاكسجين بالكامل وذلك من خلال التعرض للكميات الكافية من الاكسجين .

العضلات تحرك اجزاء الجسم عادة بوساطة السحب عبر المفاصل كما في حالة ثني الركبة او المرفق . وعموما تعمل العضلات كمجاميع لانتاج حركة معينة ومؤثره . حيث توجد عضلة واحدة او اكثر في كل مجموعة تكون مسؤولة بصورة مباشرة عن توليد العمل في تلك المجموعة وتسمى المحرك الرئيس (Prime Mover) او الشادة (Agonist) بينما توجد عضلة واحدة او اكثر في نفس المجموعة تسمى الموازره (Synergistic) والتي تقوم بمساعدة عضلات المحرك الرئيس وغالبا ماتقوم بتثبيت المفصل المشمول . اما العضلة او العضلات في هذه المجموعة والتي عملها يعاكس عمل مجموعة المحرك الرئيس فتسمى بمضادة الشادة (Antagonist) ان التداخل في العمل العضلي تنتج عنه الحركات النظامية المطلوبة لاجزاء الجسم ، مثل عملية بسط الاصابع تنتج من عمل متداخل ومتكامل لمجموعة من العضلات . فالمحرك الرئيس هي العضلة باسطة الاصابع الموجودة في الساعد التي ترتبط بالسطوح الخلفية للاصابع بوساطة الاوتار ، وعضلات صغيرة في اليد تعمل مؤازرات تساعد في بسط نهايات الاصابع بصورة تامة وفضلا عن ذلك توجد ثلاث عضلات ثانية تساعد في بقاء الرسغ ثابتا ومنعه من الانثناء الى الخلف بوساطة تأثير العضلات الباسطة . والعضلات الرئيسة المضادة في هذه المجموعة هي العضلات الضامة للاصابع في الساعد والتي يجب ان ترتخي في هذه الحالة .

النفضة العضلية Muscle Twitch

هي استجابة العضلة المتمثلة بفترة تقلص وجيزه يتبعها ارتخاؤها لفعل كامن منفرد . او بصورة اخرى هي اقل كمية تقلص ممكنه تبدأ بعد نهاية الفعل الكامن مباشرة .

تقسم النفضة العضلية الى ثلاثة ادوار وكما هو موضح في الشكل (٢٦) :ـ

١ . دور الكمون Latent Period

٢ . دور التقلص Contraction Period

٣ . دور الارتخاء Relaxation Period

دور الكمون : يمثل الفترة الزمنية الفاصلة بين لحظة التنبية ولحظة بدء التقلص . اي الوقت الذي يستغرقه سير الدفعات من نقطة التنبيه الى الالياف العضلية وهذا الوقت يقل في درجات الحرارة العالية ويزداد في درجات الحرارة الواطئة وعند حلول التعب في العضلة .

يبلغ دور الكمون في العضلة الساقية للضفدع في درجة حرارة الغرفة الاعتيادية ٠١ر٠ من الثانية .

دور التقلص : والذي تبدأ عنده العضلة بالتقلص الفعلي والقصر . تقصر هذه الفترة في درجات الحرارة العالية وتطول في درجات الحرارة الواطئة وعند حلول التعب في العضلة .

دور التقلص يختلف بأختلاف العضلات ففي العضلات السريعة تقصر تلك الفترة فمثلا في العضلة المستقيمه الداخلية للعين لاتزيد تلك الفترة عن ٠٠٥ر٠ من الثانية بينما في العضلات البطيئة تستغرق وقتا اطول كالذي يحصل في العضلة الاخمصية حيث يصل الى ١ر٠ من الثانية . كما ان شدة التقلص تزداد في العضلات الكبيرة عند ارتفاع حرارتها .

يستغرق دور التقلص في العضلة الساقية للضفدع حوالي ٠٤ر٠ من الثانية .

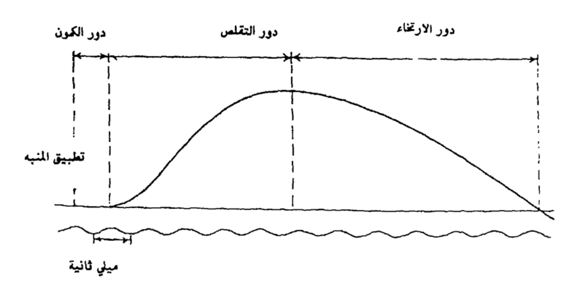
دور الارتخاء: يبدأ مباشرة في النقطة التي تصل عندها شدة التقلص الى قمتها . يستغرق دور الارتخاء عادة وقتا اطول مما هو عليه في دور التقلص .

دور الارتخاء يتأثر ايضا بالتغير في درجات الحرارة كالذي يحدث في دور الكمون ودور التقلص حيث يقصر في درجات الحرارة العالية ويزداد في درجات الحرارة الواطئة .

يستغرق دور الارتخاء في العضلة الساقية للضفدع ٠٥ر٠ من الثانية . اي ان الفترة الكلية لمنحنى التقلص العضلي البسيط تستغرق ١٠ر٠ من الثانية للعضلة الساقية للضفدع .

وفي المختبر تستخدم عادة العضلة الساقيه للضفدع وعصبها الوركي لدراسة الخواص الوظيفية للعضلة ويتم ذلك بأستخدام جهاز مخطاط التموج (Kymograph) والذي يتألف من مصدر للتنبيه الكهربائي وجهاز تسجيل . حيث يثبت احد طرفي العضلة بينما يربط الطرف الاخر بعتله تقوم بتسجيل استجابات العضلة عند تنبيهها . والعضلة تنبه عند وضع المنبهات عليها مباشرة ويسمى بالتنبيه المباشر Direct stimulution او بوساطة وضع المنبه على عصبها المحرك ويسمى هذا التنبيه بالتنبيه غير المباشر Indirect stimulation . والعضلات المعزوله خارج الجسم تنبه بمنبهات اصطناعية كالتنبيه

الميكانيكي مثل القرع والقرص والسحب . وكذلك التنبيه الحراري مثل التنبيه بوساطة استعمال قضيب زجاج ساخن . او التنبيه الكيمياوي والذي يشمل استعمال الحموض والاملاح ... الخ . وعادة يستعمل التنبيه الكهربائي حيث يعطي المنبه الكهربائي تنبيهات تختلف شدة وأمدا وطورا ويمكن اعطاؤها واحدة او تكرارها مرات متوالية تختلف في السرعة والمدة والشدة . ويجب ان يتوفر في المنبه حد ادنى من الشدة حتى يولد استجابه ويسمى المنبه ذو الحد الادنى من الشدة بالمنبه العتبي (Threshold stimulus) كما ان قوة تقلص العضلة تتناسب مع شدة المنبه الموضوع عليها وضمن حدود معينة فكلما زادت شدة المنبه زادت قوة التقلص .



الشكل (٢٦)
النفضة العضلية

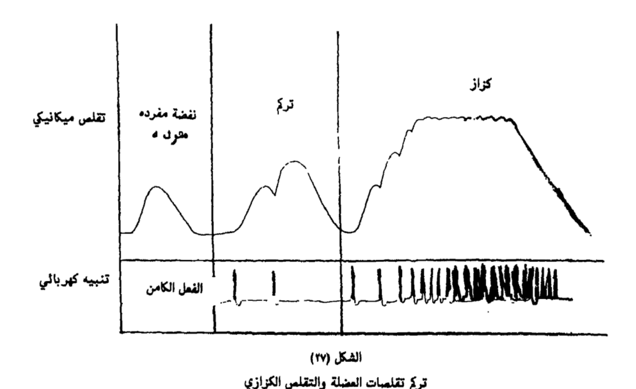
تركم تقلصات العضلة والتقلص الكزازي
Summation and Tetanic Contraction

لو نبهت العضلة الهيكلية بمنبهين كافيين متتاليين تفصل بينهما فترة كما هو موضح في الشكل (٢٧) فأن تأثير المنبه الاول سوف ينبه الوحدات الحركية للعضلة اما المنبه الثاني فسيختلف تأثيره تبعا للحظة حصوله بعد المنبه الاول واذا وقع المنبه الثاني اثناء دور الكمون وهو قصير في العضلة الهيكلية فلن يكون له اي تأثير حيث ان العضلة سوف تستجيب للمنبه الاول بتقلص بسيط (النفضه العضلية) . واذا وقع المحفز الثاني خلال دور التقلص الناتج بسبب المنبه الاول ففي هذه الحاله سيحدث تأثير على التقلص والذي يظهر بشكل أقوى وأطول من التقلص العضلي الذي احدثه المنبه الاول اما اذا وقع المنبه الثاني اثناء دور الارتخاء والذي يتبع دور التقلص الذي ولده المنبه الاول فسوف تعود العضلة للتقلص مرة اخرى قبل اكتمال ارتخائها مما ينتج عنه منحنى تقلص عضلي ذو مرتفعين . اذا وقع المحفز الثاني بعد انتهاء دور الارتخاء العضلي الحاصل بسبب تأثير المنبه الاول ففي هذه الحالة تحصل نفضه عضلية منفرده تشبه النفضه التي احدثها المنبه الاول . واذا نبهت العضلة الهيكلية بمنبهات كافية وبتغيرات متعاقبة ومتساوية بحيث يقع كل منبه خلال دور تقلص العضلة الناتجة عن التنبيه السابق ففي هذه الحالة يحدث تقلص مستمر للعضلة دون انقطاع يسمى بالتقلص الكزازي . ويعتقد بأن تأثير المنبهات المتوالية والسريعة يتلخص بمنع ضخ شوارد الكلسيوم الى مخازنها في الشبكة الهيولية العضلية او بصورة اخرى ان معدل تحرير شوارد الكلسيوم من مخازنها يساوي معدل ضخها الى مخازنها او هو اسرع منه حيث تبقى العضلة في حالة تقلص او على الاقل حتى حدوث التعب .

ان الزيادة في شدة التقلص العضلي والتي تحدث في الجسم مع ظهور حالة الكزاز تحدث نتيجة للالية العصبية (Nervous Mechanism) والتي تزيد من عدد الدفعات المنبهة وكذلك عدد الوحدات الحركية المتقلصه التي يتزامن تنبيهها .

التأثير السلمي (Treppe) او تزايد الانكماش العضلي Stair case effect

عند تنبيه العضلة بسلسلة من المنبهات (بقوة المنبه الاعظمي) وبتكرار اقل مما هو عليه في حالة الكزازى تحت زيادة بالشد مع كل نفضة عضلية وبعد عدة تقلصات يظهر



الشكل (٢٧)

تركم تقلصات العضلة والتقلص الكزازي

نفس الشد في كل تقلص وهذه الظاهرة تسمى بالتأثير السلمي وتعزى هذه الظاهرة الى حد ما لتحرير الحرارة من انشطار الاتب (ثالث فسفات الادينوسين) وللتفاعلات الكيمياوية الاخرى التي تقلل من لزوجة الهيولي العضلية ولهذا تقل المقاومة الداخلية للعضلة حيث ان جزءاً من الطاقة يستخدم في عملية التقلص بينما تستخدم كمية اقل للتغلب على المقاومة الداخلية . وكذلك تعزى تلك الظاهرة للزيادة الحاصلة في دخول شوارد الكلسيوم خلال التأثير السلمي بينما في اخر الامر تصبح كمية دخول شوارد الكلسيوم مساوية لكمية خروجها .

انواع التقلصات العضلية Types of muscle contraction

تصنف التقلصات العضلية الى ثلاثة اصناف تشمل :ـ

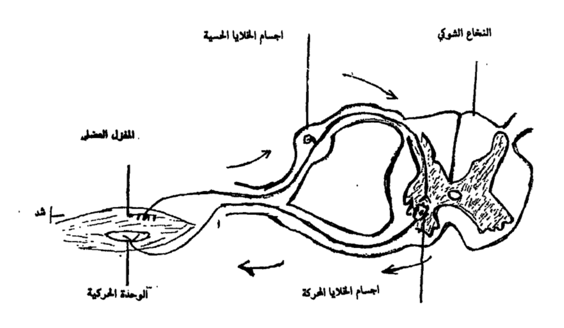
١ . التوتر العضلي Muscle tone

٢ . التقلص الا سوى التوتر Isotonic contraction

٣ . التقلص الاسوى المقاسات (لاتقصرى) Isometric contraction

التوتر العضلي

ان العضلة حتى لو ارتخت اراديا فأن عددا من وحداتها الحركية تبقى في حالة تقلص مما يمنحها كية معينة من الصلابه موفرا لها مقاومة غير ارادية للشد عليها او تغيير شكلها . وهذه الكية من التقلص تؤهل العضلة لاداء عملها بصورة افضل وتجعلها تستجيب للتنبيه افضل مما لو كانت في حالة ارتخاء تام وفي ضوء ذلك يعرف التوتر العضلي بأنه تقلص جزئي مستمر ينتجه التأثير المتزامن لوحدات حركية مختلفة ومنتشرة خلال العضلة . في كل عضلة عند الراحة ترتخي مجاميع من اليافها بينما تتقلص مجاميع اخرى وتقلص الالياف يحدث بالتناوب وليس بصورة مستمرة وبهذا تتفادى العضلة التعب . وفي ضوء ذلك فالتوتر العضلي هو بالحقيقة حالة انعكاس نتيجة لشد الالياف العضلية والتنبيه يحدث نتيجة لشد العضلة او اطالتها اما الاستجابة فهي تقلصها وتجرى على الشكل الاتي وكا هو موضح في الشكل (٢٨) .



الشكل (٢٨) منعكس النفضة

عند شد العضلة سوف يشد المغزل العضلي (الموضوع بصورة موازيه للالياف العضلية) مسببا تنبيه مستقبلاته الحسية مرسلة دفعات عصبية بوساطة اليـاف حسية سريعة التوصيل في الجذر الخلفي للعصب النخاعي الى الخلايا العصبية في القرن الامامي حيث تنتقل الدفعات بصورة مباشرة .

لهذا يسمى هذا القوس بقوس المنعكس الوحيد المشبكي . ومن خلايا العصبية في القرن الامامي تنتقل الدفعات العصبية بوساطة الاليـاف العصبية المحركة الى الوحدات الحركية للعضلة مما يسبب تقلصها وتكون تلك الظاهرة مايسمى بمنعكس النفضة .

يوجد العديد من العضلات في الجسم من الممكن شدها وتنبيهها مثل العضلة رباعية الرؤوس الفخذيه Quadriceps Femoris Muscle والتي يمر وترها حول النهاية السلفى لعظم الفخذ لينغرز في عظم الظنبوب وفي وسط هذا الوتر توجد الرضفة فعند قرع الوتر بين الرضفة والظنبوب ينتج عن ذلك سحب العضلة رباعية الرؤوس الفخذية وبالتالي تنبيه المستقبلات الحسية في المغزل العضلي لتكون قوس منعكس نفضة الركبة كما في الشكل (٢٩) .

الشكل (٢٩)
قوس منعكس نفضة الركبة

والذي ينتج عنه تقلص الوحدات الحركية في العضلة نفسها التي يتكون فيها المنعكس ونتيجة لهذا التقلص تنبسط الركبة وترتد القدم الى الامام وهذا النوع من المنعكسات يسمى بالمنعكس الوضعي Postural reflex .

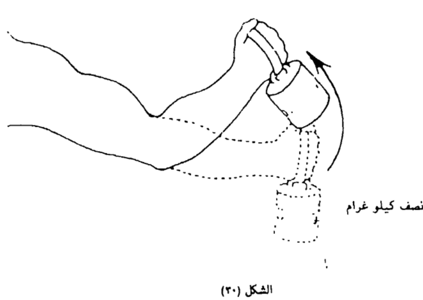
كما يوجد تناسب طردي بين قوة شد العضلة ودرجة تقلصها ضمن حد معين حيث اذا زاد الشد عن ذلك الحد تثبط المنعكس بكامله . ومما سبق ذكره يتبين بأن هذا النوع من التقلص العضلي لايتطلب اي جهد واع لكونه ناتجا بسبب استمرار طرح الايعازات اللاشعورية من الدماغ والحبل الشوكي .

يوجد العديد من الحالات التي تؤثر على التوتر العضلي فمثلا يقل في حالة الراحة التامة (اثناء النوم) ويزداد في البروده وكذلك يزداد في بعض الحالات العقلية كالتهيج والخوف وحالة الفالج (الشلل الشقي) Hemiplegia والشلل المخي Cerebral palsy .

ويختفي الشد العضلي في حالة التهاب سنجابية النخاع Poliomyelitis .

التقلص الاسوى التوتر

في هذا الصنف من التقلص العضلي تقصر العضلة وبقى شدها ثابتا كالذي يحدث في حالة رفع وزن معين حيث يبقى الوزن ثابتا ولايتغير الشد كما هو موضح في الشكل (٣٠) .



الشكل (٣٠)

التقلص أسوى التوتر

كذلك ان تحريك الجسم او جزءا منه يتم بوساطة التقلص الاسوى التوتر ففي هذه الحالة تتقلص العضلة وتقتصر حيث تتقارب نهاياتها التي عادة تكون عبر مفصل فتحرك العضو .

التقلص الاسوى المقاسات

في هذا الصنف من التقلص العضلي يزداد شد العضلة ويبقى طولها ثابتا مثلا عند محاولة رفع وزن كبير فأن العضلة ذات الرأسين (Bicepe muscle) تتقلص لتولد قوة دون ان تقصر لترفع الوزن كما هو موضح في الشكل (٣١) .

كذلك تتقلص عضلات الرحم عن الولاده تقلصا أسوى المقاسات يولد زيادة في الضغط داخل الرحم ليدفع الوليد خارجه .

والعضلات يمكن ان تتقلص تقلصا أسوى التوتر وتقلصا أسوى المقاسات وان معظم التقلصات في الجسم تظهر وكأنها مزيج من كلا التقلصين .



التقلص أسوى المقاسات

الشكل (٣١)

تعب العضلة Muscle Fatigue

لو أخضعت العضلة الهيكلية لتدريب مجهد ولفترة فسوف تفقد تدريجيا قـابليهـا على التقلص وتسمى هذه الحالة بتعب العضلة حيث تنعدم استجابتها للمنبهات .

وفي الجسم فان اسباب التعب الذي يصيب العضلة نتيجة تنبيهها بالدفعـات العصبيـة التي تصل اليهـا من عصبهـا المحرك بمعـدلات عـاليـة ولفترات طـويلـة تكـون على نـوعين اساسيين :

أولا : التعب الناتج بسبب استنفاد الناقلة الكيماوية اذ يتوقف انتقال الدفعـات العصبيـة الى العضلة في مناطق المواصل العصبية العضليـة ، يسبب استنفـاد مـادة الاسيتيل كولين التي تحدث في حـالـة الانخفـاض الحـاد للاكسجين . لان تكـوين النـاقلـة الكيميـاويـة في نهايات الالياف العصبية المحركة يتطلب وجود كميات وافية من الاكسجين .

على الرغم مما سبق ذكره اذا نبهت هذه العضلة تنبيها مباشرا (بمنبـه كهربـائي) فـأنهـا سوف تتقلص وهذا مما يؤكد ان تعب العضلة في هـذه الحـالـة يعود الى استنفـاد النـاقلـة الكيمياوية .

ثانيـا : التعب النـاتج بسبب استنفـاد الاتب (ATP) وتجمع مخلفـات عمليـة الاستقلاب في الالياف العضلية نفسها . في هـذه الحـالـة تنتقل الـدفعـات عبر المواصل العصبيـة العضلية وتنتشر ايضا بصورة طبيعية على اغشيـة الاليـاف العضليـة لكن التقلص المستمر للعضلة يـؤدي الـى استنفـاد الاتب واعاقة جريان الـدم فيهـا ممـا ينتج عنه قلة المواد الغذائية أو فقدانها فيها وكذلك التأخير في ازالـة مخلفـات استقلاب الالياف العضلية .

الصمل The Rigor

تصـاب الاليـاف العضليـة بحـالـة تصلب مفرط تعرف بـالصمـل ويعـود السبب للنقصـان الحـاد او فقدان مخزونهـا من الاتب (ثـالث فسفـات الادينـوسين) وفسفـات الكريـاتين وحتى في حـالـة الارتخـاء تستخـدم ايضـا طـاقـة لمنع ارتبـاط جسـور الميـوزين بـالاكتين ولضـخ شـوارد الكلسيـوم الى مخـازنهـا في الشبكـة الهيـوليـة العضلية .

حـالـة تصلب العضـلات بعـد الـوفـاة تسمى بـالصمـل الرمي (Rigor mortis) حيث تكـون كل عضـلات الجسم في حـالـة تقلص مستمر ولعـدة سـاعـات وفي هـذا

الظرف ترتبط كل جسور الميوزين بالاكتين ولكن بحالة غير طبيعية وبشكل ثابت يقاوم انفصالها من الاكتين . وتقلص العضلات هذا وتصلبها يحدث حتى بدون دفعات عصبية ويستمر الى ان يتحطم بروتينها والذي يحدث عادة نتيجة للانحلال الذاتي بوساطة الانظيمات المتحررة من الاجسام الحالة .

الضمور العضلي Muscle atrophy

يتصف الضمور العضلي بصغر حجم الالياف للعضلية وانكماشها وضعفها وقلة المواد الغذائية فيها .

اسباب الضمور العضلي عديدة منها :-

ضمور قطع الاعصاب Denervation atrophy والذي ينتج بسبب تلف العصبون المحرك للعضلة او قطعه حيث يصيب العضلة الضمور مباشرة بعد فقدان التجهيز العصبي لها وفي هذه الحالة يجب معالجة العضلة بالتنبية المباشر لمنعها من الانكماش . ففي حالة عدم تنبيهها واخضاعها للتمارين المستمره فسوف تقصر اليافها وحتى لو أعيد تجهيزها العصبي فأن قابليتها على اداء عملها ستكون محدوده . وعادة ان العضلة اذا اعيد ارتباطها العصبي خلال اربعة اشهر من تاريخ فقدانه تعود الى وضعها الطبيعي وتؤدي عملها بالكامل . ولكن لو أعيد تجهيزها العصبي بعد هذه المدة فسوف يحدث قصور في اداء عملها بسبب تحلل مجموعة من أليافها . اما اذا أعيد تجهيزها العصبي بعد سنتين من تأريخ فقدانه فقلما يولد تغيير في أداء العضلة لكونها خلال هذه الفترة قد تحللت أليافها وأستبدلت بالنسيج الليفي والدهون . ومن الملاحظ ان العضلة التي يقطع عصبونها المحرك تتغير قابليتها التهيجيه وتزيد حساسيتها الى مادة الاسيتيل كولين Acetylcholin في الدوره الدموية مما يسبب تقلصا غير منتظم وقصير الامد في اليافها يسمى بالرجفان Fibrillation ولكن تختفي تلك الحالة عند اعادة ارتباط عصبونها المحرك . وحالة الرجفان هذه يجب تمييزها من حالة الرفغان Fasciculation وهي رجه تسببها تقلصات مجموعة من الالياف العضلية استجابة للدفعات غير الطبيعية والتي تصل اليها من اعصابها النخاعية ويمكن ملاحظتها بوضوح بينما حالة الرجفان . لايمكن رؤيتها بوضوح .

ضمور عدم الاستعمال Disused atrophy

ينتج بسبب عدم استعمال العضلة او حتى لو استعملت فتستخدم لتقلص ضعيف ، كالذي يحدث في عدم تحريك جزء من الجسم لفترة طويلة كما هو الحال في وضع الطرف في قالب الجبس مما يمنع التقلص العضلي ولو استمر الى شهر فان حجم العضلات سوف يقل الى النصف .

الضخامة العضلية Muscle Hypertrophy

أن النشاط العضلي المستمر والفعال يؤدي الى زيادة في حجم الالياف العضلية وهذا النمو او الزيادة في حجم العضلة يسمى بالضخامة العضلية والتي تزيد من قوتها المحركة . وهذه الظاهرة شائعة عن الرياضيين المدربين .

يزداد حجم العضلة نتيجة للزيادة في مخزونها من الطاقة التي تتطلبها عملية التقلص مثل الغليكوجين والاتب وفسفات الكريتين والدهون ، كذلك تحدث زيادة في عدد المتقدرات كما يزداد حجم الشبكة الهيولية العضلية . ويعتقد بحدوث زيادة في حجم الليفات وربما يزداد عددها ايضا .

تظهر درجة محدوده من الضخامة في العضلات السليمة نتيجة استعمالها في فعاليات الجسم اليومية المختلفة .

بينما لايسبب النشاط العضلي الضعيف أية زياده في حجم العضلة حتى لو أستمر الى فترات طويلة .

الشلل العائلي الدوري Familial periodic paralysis

تتصف هذه الحالة المرضية الوراثية بنقصان حاد ودوري في تركيز شوارد البوتاسيوم في السائل الخلالي مما يؤدي الى العديد من حالات الشلل . ان النقصان الحاد في تركيز شوارد البوتاسيوم في السائل الخلالي ينتج عنه زيادة في استقطاب اغشية الالياف العضلية مما يزيد من مقاومتها للتنبيه . حيث تصبح الدفعات العصبية الاعتيادية المارة عبر المواصل العصبية العضلية غير قادرة على تنبيه الالياف العضلية .

الوهن العضلي الوبيل Myasthenia Gravis

هذه الحالة من الشلل تحدث بسبب النقصان الحاد في وصول الدفعات العصبية عبر المواصل العصبية العضلية . ويعتقد بأن السبب يعود الى المنيع للذات Autoimnine حيث يولد الجسم اضدادا لعضلاته يسبب الاقلال من مستقبلات الاسيتيل كولين (في الصفيحة الانتهائية الحركية) مما يضعف استجابة العضلة للدفعات العصبية . وبعض الحالات الحادة من هذا المرض تسبب الوفاة . وتستعمل لعلاج الوهن العضلي الوبيل عدة انواع من العقاقير مثل النيواستكمين حيث يثبط انظيم كولينيستيراز أو يحطمه مما يتيح وقتا طول للاسيتيل كولين لتنبية العضلة .

الحثل العضلي Muscle Dystrophy

هذه الحالة المرضية مشابهة للوهن العضلي الوبيل حيث تسبب ضعف العضلات الهيكلية ولكن مسبباتها تختلف عن مسببات الوهن العضلي الوبيل حيث يعود سبب الحثل العضلي الى اغشية الالياف العضلية غير الطبيعية والتي لايعرف مسببها .
في هذه الحالة ان وصول الدفعات العصبية الى الالياف العضلية عبر المواصل العصبية العضلية يجرى بصورة اعتيادية بعكس ما يحدث في حالة الوهن العضلي الوبيل . ومن الملاحظ حدوث خلل في عملية الاستقلاب مصاحبه للحثل العضلي .
ان الخطر الرئيس للحثل العضلي ينتج بسبب شمول العضلات الهيكلية المستخدمة في التنفس مما يضعفها ويجعلها غير قادرة على اداء عملها بالشكل المطلوب .

العضلات الملساء Smooth muscles

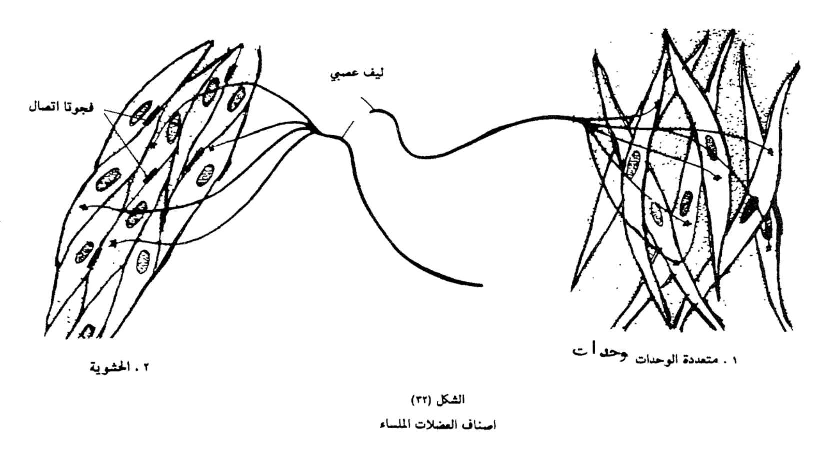
تكون العضلات الملساء حوالي ٣ ٪ من وزن الجسم . وهي المسوله عن تحريك الطعام في السبيل المضمي وافراغ البول من المثانة وافراز الصفراء من كيس الصفراء وحركة الشعر على سطح الجسم .... الخ .
كما لها أثر في المحافظة على ضغط الدم .
تسيطر العضلات الملساء على أقطار معظم التراكيب الانبوبية داخل الجسم ولهذا تنتظم في طبقات مكونه حلقات كما في المصرات (Sphincters) او على شكل

لولبي يحيط بالعضو، لهذا ينتج عن تقلصها سد تجويف العضو او تحريك المواد داخل مختلف التراكيب الانبوبية. وتتكون العضلات الملساء من خلايا او الياف طويلة مغزلية الشكل يتراوح طولها بين ٣٠ ـ ٢٠٠ مكروميتر وقطرها بين ٢ ـ ٥ مكرومتر . وهي ذات مقطع عرضي مستدير او بيضوي او متعدد الزوايا . ترتبط الالياف العضلية بعضها مع البعض بوساطة الياف غراوية مرنه .

تحاط الخلية الملساء بغمد الليف العضلي وتحتوى على نواة كبيرة الحجم بيضوية او دائرية الشكل تقع في المنطقة الواسعة من الخلية قرب المركز وتحتوى عادة على نويتين او اكثر . يبدو الليف العضلي بأنه فاقد للنبيبات المستعرضة، والشبكه البلازمية فيه ضعيفة التركيب والهيولي يحتوى على المتقدرات والتي تبدو على شكل حبيبات او اجسام صغيرة موجوده بصورة خاصة حول النواة كما يحتوى الهيولى على الريباسات ومركب غلجي ولاتظهر الخلية الملساء تخطيطا عرضيا كالذي يشاهد في العضلات الهيكلية والعضلة القلبية ويعود السبب للتوزيع العشوائي للخيوط الغليظة والخيوط الدقيقة داخل الخلية، كما أن كمية الخيوط في العضلة الملساء أقل بحوالي سبع مرات مما هي عليه في العضلة الهيكلية . ولكن آلية التقلص في العضلة الملساء هي نفسها في العضلة الهيكلية والتي تتم نتيجة لانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظة ولكن قوة تقلص العضلة الملساء اقل مما هو عليه في العضلة الهيكلية . علما ان الوقت الذي يستغرقه تقلصها أطول مما هو عليه في العضلة الهيكلية وقد يصل الى ثلاث ثوان وذلك بسبب عدم خضوع العضلة الملساء للسيطرة الارادية. تصنف العضلات الملساء الى صنفين أساسيين كما هو موضح في الشكل (٣٢) وهما :ـ

١ . **العضلات متعددة الوحدات Multiunit smooth muscles**

٢ . **العضلات الحشوية Visceral smooth muscles**



الشكل (٣٢)
اصناف العضلات الملساء

العضلات الملساء متعددة الوحدات

توجد في جدران الاوعية الدموية الكبيرة وفي عضلات العين التي تنظم سعة البؤبؤ وتعدل العدسة لمدى معين وألياف العضلة الملساء متعددة الوحدات تتناثر بشكل أحادى او مجموعات صغيرة في النسيج الضام . وهذه الخلايا تعمل بأنفراد غير معتمدة بعضها على البعض أو كوحدات حركية صغيرة حيث تتداخل الوحدات الحركية للعضلة الملساء متعددة الوحدات بصورة مكثفه ولهذا يبدو الليف العضلي وكأنه تحت تأثير عدة ألياف عصبية . يعتمد تقلص العضلات متعددة الوحدات على التنبيه العصبي أي تقلصها عصبي المنشأ كما هو الحال في العضلات الهيكلية . ولكن لاتوجد مواصل عصبية عضلية كالتي تشاهد في العضلات الهيكلية فبدلا من ذلك تطرح الناقلة الكيمياوية من نهايات الالياف العصبية الى السوائل الخلالية التي تحيط بالالياف العضلية . ولو نبهت العضله الملساء متعددة الوحدات من خلال تنبيه عصبها فأنها سوف تتقلص مع كل تنبيه لعصبها وهذا التقلص مشابه للتقلص الذي يحدث في العضلة الهيكلية ولكن تقلصها أبطأ مما هو عليه في العضلة الهيكلية وكذلك يحدث فيها الكزاز بوساطة تنبهها بمعدلات أبطأ مما هو عليه في العضلة الهيكلية . وعادة ان تنبيه العضلة الملساء يحدث تقلصا موضعيا في العضو الموجوده فيه ونادرا مايلاحظ انتقال الدفعات خلال التركيب العضلي لذلك العضو وهذا الصنف من العضلات الملساء عادة لاتولد فيه افعال كامنه حقيقية ولكن بدلا عن ذلك ان التنبيه يولد ازالة استقطاب موضعية تكفي للتقلص بدون توليد فعل كامن حقيقي .

تؤثر شوارد الكلسيوم تأثيرا مهما في عملية التقلص والارتخاء مشابه للذي يحدث في العضلات الهيكلية والعضلة القلبية اما شوارد الكلسيوم فتدخل الى الخلية التهيجية الملساء اثناء التقلص من السائل الخلالي بدلا من مخازنها في الشبكة الهيولية العضلية كما هو الحال في العضلة الهيكلية وعند الارتخاء تضخ شوارد الكلسيوم الى خارج الخلية .

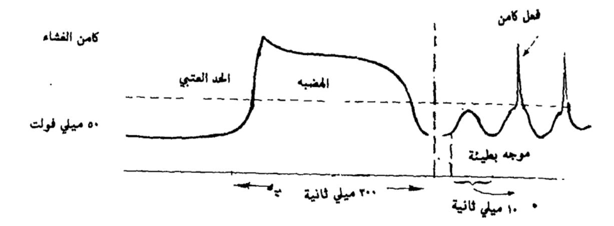
العضلات الحشوية

توجد في جدران الاوعية الدموية الصغيرة وفي جدران الاحشاء الداخلية الجوفة كما هو الحال في القناة الهضمية والجهاز التناسلي . تترتب الياف العضلة الحشوية في طبقه كثيفه حيث تتقارب الخلايا كثيرا بحيث تكون مناطق اتصال بينها تسمى بفجوات الاتصال (Nexus) او فضوات الاتصال (gap – Junctions) ومناطق الاتصال هذه تتصف

بمقاومتها الواطئة لمرور الشحنة الكهربائية عبرها مما يسهل من أنتقال الموجات التهيجية من ليف الى اخر وبالتالي لتشمل كل كتلة العضلة الملساء .
ان هذا النوع من الاتصالات بين الخلايا يشبه الاتصالات بين خلايا العضلة القلبية . حيث اذا نبهت احدى الخلايا فأن موجة ازالة الاستقطاب سوف تنتقل الى كل الياف العضلة .ان احد الصفات الرئيسة والمهمة للعضلات الحشوية هي قابليتها على اظهار تقلصات ذاتية متكرره على نحو نظامي وتلك احدى الظواهر في الاعضاء التي تظهر فيها حركات تمعجيه Peristaltic movements لتحريك محتوياتها على طولها كتحريك المواد الغذائية داخل القناة الهضمية .

وفي تلك الاعضاء تتولد افعال كامنه في بعض اجزائها ذاتيا وتنتقل على طولها حيث تتبعها موجة تقلص . والاجزاء المذكورة تحتوى على خلايا تبدو اكثر تخصصا وتنظيما من بقية الخلايا الملساء في ذلك العضو ولها القابلية على توليد افعال كامنه ذاتية وتسمى تلك الخلايا بالناظمات Pacemeker cells وكذلك يمكن توليد الدفعات في شدفات العضو الاخرى نتيجة التوسع في جدرانه كالذي يحدث في وجود الطعام في السبيل الهضمي . ان كيفية توليد الناظمات لدفعات ذاتية متكرره يكون على نحو نظامي لأن هذه الخلايا تظهر ذاتيا نقصانا تدريجيا ومستمرا في كمون الراحه وبالتالي مولده دفعات ذاتيه ومتكرره على نحو نظامي والسبب يعود لاظهار تلك الخلايا نقصاناً تدريجياً ومستمراً في نفوذية اغشيتها لشوارد الصوديوم مما يسبب ازالة استقطابها فعندما تصل ازالة الاستقطاب الى الحد العتبي تتولد الدفعات لتنتشر لكل الالياف العضلية مولده موجه تقلص تمعجيه Peristaltic wave of contraction .

أن موضع الخلايا الناظمات داخل العضو يشير الى اتجاه الموجه التمعجية . فموضع الخلايا الناظمات في معظم الاعضاء المجوفة موجودة في المناطق التي يتطلبها توليد الموجات التمعجيه لتحريك محتويات تلك التجاويف بأتجاه فوهات الجسم (Body orifices) فمثلا تتجه الموجات في الحالب باتجاه المثانه وفي السبيل الهضمي تتجه باتجاه الشرج وفي القناة الصفراء باتجاه العفج (Duodenum) . كذلك يمكن توليد دفعات في شدفات (قطع) هذه الاعضاء (مثل السبيل الهضمي) نتيجة التوسع في جدرانها وبسبب وجود الطعام فيها ومما سبق ذكره فأن العضلات الحشويه تظهر نوعين من الدفعات كما هو موضح في الشكل (٣٣) .



الشكل (٣٣)
انواع الدفعات في العضلات الحشوية

النوع الاول مشابه للذي تظهره العضلة القلبية (الدفعة ذات المضبة Plateaued action potential) ولكن يستغرق وقتا اطول من الوقت الذي تستغرقه الدفعة في العضلة القلبية ، أما النوع الثاني فهو الكامن ذو الموجات البطيئة وهو بالحقيقة ليس فعلا كامنا حقيقيا ولكن يمكن ان يولد دفعة حقيقة حيث يمكن ان تصل تلك الموجات الى الحد العتبي وبالتالي مولده دفعة حقيقية وتلك الموجات تتولد في العضلة نفسها ولاتحتاج الى تنبيه خارجي .

ان تقلص العضلات الملساء ودرجة الشدة المتولدة تتأثر بعده عوامل،اذ يعمل السحب عادة كمنبه كاف لتوليد ازالة الاستقطاب والذي يتبعه التقلص ـ والعوامل تشمل :ـ

١ . العوامل الكيمياوية Chemical Factors

أن الاسيتيل كولين ينبه معظم العضلات الحشوية لزيادة فعاليتها وربما يزيد نفاذية اغشية الالياف العضلية لشوارد الكلسيوم او الصوديوم وذلك مشابه للذي يحدث في العضلة الهيكلية . اما مادة الابينفرين (Epinephrine) فأن تأثيرها يعتمد على نمط العضلة ونوعها وعادة تثبط عمل التركيب العضلي للقناة المضمية ولكن تنبه النشاط

العضلي للرحم وكذلك تسبب تقلص عضلات الجهاز الوعائي . ويتلخص عمل مادة الابتيفرين في تغيرها لنفوذية اغشية الخلايا العضلية لشوارد الكلسيوم أو شوارد الصوديوم. . اما مادة النور ابنيفرين Norepinephrine فلها نفس تأثير الابينفرين ولكن يتطلب وجودها بتركيز أعلى .

اما الهرمونات الايستروجينية (Estro genic) وهرمون الاوسيتوسين (Oxytocin) فعملها يتلخص بتحوير نشاط العضلات الملساء وبالاخص في الرحم وكلاهما ينبهان النشاط العضلي للرحم .

أما هرمون بروجستيرون Progestron فيميل الى تهدئة النشاط العضلي او تثبيطه .وتوجد مركبات كيمياوية اخرى تؤثر على نشاط العضلات الملساء مثل الريزربين (Reserpine) والتي تستعمل بوصفها مضاد فرط ضغط الدم Antihypertensive حيث ترخي شرينات (Arteioles) العضلات الملساء .

السم الوشيقي (Botulinus toxin):يوقف تحرير الاسيتيل كولين مما يسبب الشلل العضلي .

٢ . العوامل العصبية Neural factors

يزود الجهاز العصبي المستقل معظم العضلات الملساء وبوساطة الناقلات الكيمياوية (التي يفرزها من نهايات اليافه) يتم تنظيم فعاليات العضلات الملساء . تتسلم معظم العضلات الملساء اعصابا لاوديه تحرر الاسيتيل كولين وأعصاب وديه تحرر النور أبينفرين.ولاتوجد الصفيحة الانتهائية الحركية كالتي تشاهد في العضلات الهيكلية وبدلا عن ذلك تخزن الناقلة الكيمياوية في نهايات الحاوير لتطلقها الى السوائل الخلالية المحيطه بالالياف العضلية لتنظم نشاط العضلات الملساء .

الفصل الرابع

الدم

المقدمة .
الخلايا والاقراص الدموية .
- الكريات الحمر .
- كريات الدم البيض .
- الصفيحات .
آلية تجلط الدم .
زمر الدم .
عملية نقل الدم .
الالتهاب .
الارجيه .

الدم Blood

المقدمة :

الدم سائل احمر ضليل (معتم) يدور ضمن الجهاز الوعائي المغلق ويعتبر صنف من اصناف النسيج الضام . كثافته النوعية (Specific Gravity) تتراوح بين ١٫٠٥٥ - ١٫٠٦٥ والحجم الكلي للدم في البالغين يتراوح بين ٥ - ٦ التار اما في الطفل حديث الولاده يبلغ حوالي ثلثمائة سنتيمتر .

يكون الدم ٧ ٪ من الوزن الكلي لجسم الانسان . ويتكون من سائل البلازما (المصورة) والذي يكون نسبة ٥٥٪ من حجمه وتكون الخلايا او الاقراص الدموية النسبة الباقية (٤٥٪) التي تسمى بحجم الكريات المرصوصه Packed cell Volume او مكداس الدم Hematocrit .

ان بلازما الدم سائل اصفر متجانس يميل الى القلوية (Alkalinity)وتسبح فيه الخلايا والاقراص الدمويه .

يكون الماء الجزء الاعظم من البلازما وتبلغ نسبة حوالي ٩٢٪ .

اما المكونات الاخرى للبلازما فتشمل العديد من المواد المهمه والتي تكون بشكل ذائبه او عالقه والسكريات والدهون والفيتامينات والهرمونات والشوارد كشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكاليسوم والمغنيزيوم وكذلك الغازات كغاز الاكسجين وغاز ثاني اكسيد الكربون فضلاً عن مخلفات عملية الاستقلاب مثل اليوريا .

بروتينات الدم :ـ تتكون من هيموغلوبين (خضاب الدم Hemoglobin)) الكريات الحمر والذي يكون ثلثي كمية بروتين الدم ، اما النسبة الباقية فتكونها بروتينات البلازما والتي تشمل :ـ

١ . البومين Albumin : الذي يكون نسبة ٥٥٪ من الكمية الكلية لبروتينات البلازما وتبلغ كميته ٤٫٥ غرام لكل ١٠٠ سم مكعب من البلازما . ويؤدي بروتين الألبومين فعلا اساسيا في تنظيم حجم الدم وذلك بتوليده فضلا عن بروتينات البلازما الاخرى ضغطا تنافيذيا يبلغ حوالي ٢٨ ميلي متر زئبق يساعد في تكوين سوائل الجسم الاخرى واعادة امتصاصها .

٢ . الغلوبلين Globulin : تبلغ كميته ٢,٧ غرام لكل ١٠٠ سم٣ من البلازما . وجزئياته اكبر حجما من جزئيات البومين وتنقسم الى ثلاثة انواع حسب حجومها وهي الفا (Alpha) وبيتا (Beta) وغاما (Gamma) ويحتوى الغلوبلين على الاضداد (Antibodies) التي تدافع عن الجسم ضد الجراثيم والجزئيات الغريبة .ومصدر الاضداد الرئيس الخلايا اللمفاوية .

٣ . الفيبرينوجين Fibrinogen والبروترمبين Prothrombin ان بروتين الفيبرينوجين وبروتين البروترمبين يؤثران تأثيرا اساسيا في عملية تخثر الدم Blood Coagulation .

ان بروتينات البلازما تستعمل كأحتياطي بروتيني للجسم.كما ان لها القدرة على معادلة الحوض والقلويات معا .. وهذا مما يجعلها تحافظ على المعدل الطبيعي للباهاء والذي يبلغ ٧,٤ . كما ان بروتينات البلازما تزيد من لزوجة الدم وكثافته .

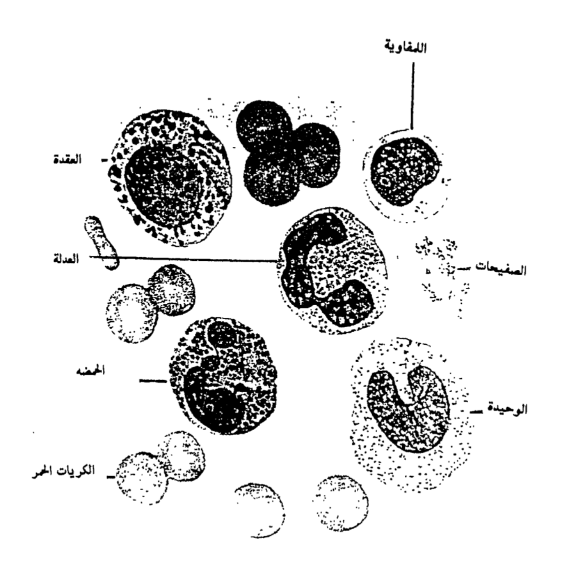
تؤدي الكليتان الفعل الاساسي في ابقاء النسب الثابته للماء والمواد الاخرى المكونه للبلازما وذلك بوساطة الترشيح الاختياري واعادة امتصاص الماء والمواد الصلبة من السائل المترشح .

ان الخلايا والاقراص الدموية الاساسية للدم تشمل :ـ
وكما هي موضحة في الشكل (٣٤) :

١ . كريات (قراص) الدم الحمر Erythrocyte – Red Blood Cells (RBC)
٢ . كريات الدم البيض Leucocytes – White Blood Cells (WBC)
٣ . الصفيحات (الاقراص) الدموية Thrombocytes – platelets

أن الوظائف العامة للدم يمكن تحديدها بالنقاط الاتية :ـ

١ . يحمل المواد الغذائية والاكسجين الى الخلايا وانسجة الجسم المختلفة لاستخدامها في النمو والتجديد وللفعاليات الحيوية الاخرى .
٢ . ينقل مخلفات عملية الاستقلاب والتي تشمل ثاني اكسيد الكربون والمخلفات الاخرى الى الاعضاء التي تطرحها خارج الجسم .
٣ . يحتوى على كريات الدم البيض والاضداد ومواد اخرى تكسب الجسم مناعه ضد الامراض والاصابات .



الشكل (٣٤)
الخلايا والاقراص الدموية

٤ . يحمل الهرمونات التي تكونها الغدد الصماء Endocrine Glands الى اعضاء الجسم الاخرى .
٥ . يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم وموازنتها ضمن معدلها الطبيعي والذي يتراوح بين ٣٦٫٦ ـ ٣٧٫٤ مْ وذلك عن طريق توزيع الحرارة الى مختلف اجزاء الجسم .
٦ . يقوم بوظيفة اساسية في ابقاء الباهاء (pH) ثابتا في انسجة الجسم وسوائله .
٧ . يسيطر على وقف النزف (Hemorrhage) وذلك بسبب قابليته للتخثر وبهذا يمنع فقدانه من الجروح .
٨ . يحافظ وبصورة جزيئية على ابقاء الموازنة المائية في الجسم .

الكريات الحمر Erythrocytes

هي اجسام قرصية مقعرة الوجهين وهذا يزيد من مساحتها السطحية مما يساعد على زيادة درجة تزودها بالاكسجين . معدل قطر الكريه الحمراء يتراوح بين ٧ ـ ٩ مكرو متر وسمكها ٢ ـ ٣ مكرومتر .

تعتبر الكريات الحمر خلايا غير مثالية لانها عديمة النواة . حيث تفقدها اثناء مراحل نموها .

يحيط بالكريه الحمراء غلاف له قابلية مرونة كبيرة ويحافظ على المواد الغروية والبروتينية داخلها كذلك يتحكم في مرور الشوارد من الخلية واليها . أن وجود المواد الغروية داخل الكرية الحمراء يكسبها مرونه تمكنها من تغير شكلها اثناء وجود ضغوط عليها او مرورها خلال اوعية دموية دقيقة جداً .

يبلغ تعداد الكريات الحمر في الميلي لتر الواحد من الدم حوالي ٥٫٠٠٠٫٠٠٠ ولكن المعدل الطبيعي لعدد الكريات الحمر يعتمد على الجنس والعمر حيث يتراوح بين ٤٫٥٠٠٫٠٠٠ ـ ٦٫٥٠٠٫٠٠٠ في الميلي لتر الواحد من الدم عند الذكور . و٣٫٩٠٠٫٠٠٠ ـ ٥٫٦٠٠٫٠٠٠ في الميلي لتر الواحد من الدم عند الاناث .

أن الوظيفة الاساسية للكريات الحمر هي نقل الاكسجين الى مختلف خلايا الجسم كذلك تساعد الكريات الحمر في تنظيم حمضية وقلوية الدم وحمل المستضدات لزمر الدم .(Antigens of Blood Groups).

الهيموغلوبين :ـ ان وجود الهيموغلوبين في الكريات الحمر هو المسؤول عن نقل

الاكسجين واكسابها اللون الاحمر . ومعدل كمية الهيموغلوبين عند الذكور تبلغ ١٦ غراما / ١٠٠ ميلي متر من الدم اما عند الاناث فتبلغ ١٤ غراما / ١٠٠ ميلي متر من الدم . والهيموغلوبين مركب عضوي يتكون من جزئيات صغيرة الحجم لها وزن جزيئي يبلغ حوالي ٦٤٠٠٠ . تحتوى كل كرية دم حمراء على حوالي ٢٨٠ مليون جزيئة من الهيموغلوبين .

يتكون الهيموغلوبين من جزئيات صبغات الهيم Heme (التي تحتوى على ذرات الحديد) المرتبطة بالغلوبين المتكون من اربعة سلاسل من عديد الببتيد Four Polypeptide chains (أثنتان الفا واثنتان بيتا) .

ان ذرات الحديد في الهيموغلوبين لها ميل شديد للاتحاد بالاكسجين والتي تؤدي الى تكوين مركب الاكسي ،هيموغلوبين (HbO_2) Oxyhemoglobin، والذي يكون مركب قلق .

ان عملية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين هي ليست عملية اكسده (لانها لاتحتاج الى عامل مؤكسد او مختزل) وانما عملية اتحاد بسيطه .

ان عملية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين تتطلب وجود حديد ثنائي الشحنة (حديدوز Fe^{++}) في جزيئة الهيموغلوبين وحيث ان كل ذرتين من الاكسجين تتحدان مع كل ذره من الحديد لهذا ان الغرام الواحد من الهيموغلوبين ينقل ما يقارب ٣٤ر١ سنتمتر مكعب من الاكسجين وعندما يصل الدم الى خلايا الجسم المختلفة والتي يكون الضغط الجزئي للاكسجين فيها قليلا موازنة مع ضغطهاالجزئي في الدم الوارد لها فأن الاكسجين القلق الاتحاد في مركب الاكسي هيموغلوبين يعطى بسهولة لتلك الخلايا .

تكون الكريات الحمر والعناصر الغذائية المطلوب توفرها لتكوينها :ـ

تتكون الكريات الحمر في البالغين من ارومة الحمراء (Erythroblasts) في نقي العظام (Bone marrow) الاحمر . اما في الجنين فان الكريات الحمر تنتج ايضا بوساطة الكبد والطحال والغدد اللمفاوية .

ان عدد الكريات الحمر الناضجة التي يطرحها نقي العظام الى الدوره الدموية تبلغ حوالي ٥ر٣ مليون لكل كيلوغرام واحد من وزن الجسم .

ان عمر الكرية الحمراء يتراوح مابين ثلاثة الى اربعة اشهر وبعد ذلك تهلك

وتموت ، والكريات الحمر التي تنتهي دورة حياتها تلتهمها الخلايا البلاعم في الجهاز الشبكي المبطن في الكبد والطحال ونقي العظام والعقد اللمفاوية ، ونتيجة لتحلل الكريات الحمر يتجزا الهيوعنوبين الى مكوناته (الغلوبين والهيم) .

يستخدم الغلوبين في تزويد الجسم بالبروتينات الاضافية والتي يستخدمها في فعالياته الحيوية . اما الهيم فيفقد حديده ويتحول الى صبغه صفراء (Bile pigment) تفرز من خلايا الكبد وتخزن في كيس الصفراء اما مادة الحديد المتحرره من الهيم فمعظمها يعاد استخدامها في تكوين الكريات الحمر الجديدة .

ولكي تعوض الكريات الحمر المتحطمه يحتاج الجسم الى بعض العناصر الغذائية يوميا لكي يحافظ على المعدل الطبيعي للكريات الحمر وتشمل :ـ

اولا : البروتين الذي يزود الجسم بالحضمينيات المهمة التي تدخل في تكوين الخلايا وتركيبها .

ثانيا : الحديد والذي يدخل في تركيب الهيموغلوبين .

اذا كانت كمية الحديد المأخوذه يوميا غير كافية لحاجة الجسم ينشأ فقر دم يعرف فقر دم عوز الحديد Iron Deficiency Anemia الذي تتصف فيه الكريات الحمر بشحوبة اللون وصغر الحجم ويدعى فقر الدم ذا الكريات الصغرية ناقصة الصباغ (Microcytic, Hypochromic Anemia) .

ومما سبق شرحه فان معظم الحديد الناتج من الكريات الحمر المتحطمة يستخدمه الجسم مرة ثانية في انتاج كريات حمر جديدة .وفضلا عن ذلك يحتاج الجسم الى كمية اخرى من الحديد تبلغ خمسة ميلي غرامات يوميا . اما بالنسبة للمرأة فأنها تحتاج الى كمية اكثر من الحديد (موازنة مع الرجل) وتبلغ عشرة ميلي غرامات لان المرأة تفقد كمية من الدم في كل دوره حيضية مما يسبب نقصانا في كمية الحديد في الجسم . كذلك فأن الشخص الذي سبق ان نزف دما قد يحتاج الى كمية اضافية من الحديد .

ثالثا : فيتامين ب ١٢ وحمض الفوليك Vitamin B_{12} and Folic Acid من اجل تكوين العدد الكافي من الكريات الحمر يجب توفر الكيات الضرورية من فيتامين ب ١٢ وحمض ألفوليك وبدونها تضطرب عملية الاستقلاب مما ينتج عنه قلة في انتاج الكريات الحمر . كما ان الكريات الحمر المتكونه تكون

غير منتظمة الشكل وتصبح اكبر من الحجم الاعتيادي ويفقد جدارها المرونه وتصبح هشه سهلة التكسر وتعرف هذه الحالة بفقر الدم كبير الكريات Macrocytic Anemia او يسمى بفقر الدم ضخم الاروم Megaloblastic Anemiaوعموما تتصف هذه الحالة من فقر الدم بقلة في عدد الكريات البيض والصفيحات لان الفيتامينات ايضا تؤثر تأثيرا مهما في تكوين الكريات البيضاء والصفيحات .

رابعا : العامل الداخلي المنشأ Intrinsic Factor
تنتجه المعدة وهو مادة بروتينية و متعددة السكريد (Polysaccharide) ويساعد على امتصاص فيتامين ب ١٢ الضروري لتكوين الكريات الحمر ونضجها . يخزن فيتامين ب ١٢ في الكبد ومنه يذهب الى نقي العظام لاستخدامه في عملية انضاج الكريات الحمر .

تنظيم انتاج الكريات الحمر Regulation of Erythrocyte Production

ينظم المقدار الكلي للكريات الحمر في الدورة الدموية ضمن حدود معينة بحيث يكون هنالك وعلى الدوام عدد كاف من الكريات الحمر لتزويد الانسجة بكمية وافية من الاكسجين . فأن اي عامل يسبب الاقلال من تزويد الانسجة بالكمية المطلوبة من الاكسجين ينبه نقي العظام لانتاج المزيد من الكريات الحمر .

فمثلا في حالة فقر الدم الشديد الناتج عن النزف او اي ظرف اخر يبدأ نقي العظام بانتاج الاعداد المطلوبة من الكريات الحمر لتعويض النقص . كما انه في بعض الحالات التي تتطلب انتاج المزيد من الكريات الحمر كما في حالة العيش في المناطق المرتفعة او في مرض عجز القلب والعديد من امراض الرئة يتحول قسم من نقي العظام الشحمي الى نقي احمر لتوليد المزيد من الكريات الحمر .

تفرز الكليتان مادة تسمى بمكونة الحمر Erythropoietin الى الدورة الدموية لتنبه نقي العظام لانتاج الكريات الحمر .

تتركب مادة مكونة الحمر من البروتين السكري Glycoprotein ذات الوزن الجزيئي الذي يبلغ حوالي ٢٣٫٠٠٠ .

وتنتج كميات قليلة من مكونة الحمر بوساطة انسجة الجسم الاخرى واعضائه كالكبد . ويحدث العكس فاذا نقل الشخص الى ظرف تزداد فيه كمية نقل الاكسجين الى الانسجة اكثر من الحد الطبيعي ففي هذه الحالة يقل انتاج الكريات الحمر وربما تصل نسبة الانتاج الى الصفر في خلال عدة ايام الى ان يتحلل قسم من الكريات الحمر نتيجة انتهاء دورة حياتها عند ذلك يبدأ نقي العظام بالعمل لتعويض النقصان الحاصل في عددها .

معدل حجم الكرية الحمراء Mean corpusculer volume (M.C.V.)

ان معدل حجم الكرية الحمراء يمكن حسابه وذلك بقسمة حجم الكريات الحمر في ١٠٠ سم^{٣} على عدد الكريات ١٠٠ سم^{٣} من الدم . يبلغ معدل حجم الكرية الحمراء في الحالات الطبيعية حوالي ٨٦ مكرومتر مكعب .

معدل هيوغلوبين الكرية الحمراء الواحده

Mean Corpuscular Hemoglobin (M. C. H.)

يحسب معدل الهيوغلوبين في الكرية الحمراء وذلك بقسمة كمية الهيوغلوبين في ١٠٠ سم^{٣} في الدم على عدد الكريات الحمر في ١٠٠ سم^{٣} مكعب من الدم .

يبلغ معدل هيوغلوبين الكرية الحمراء في الحالات الطبيعية حوالي ٣٠ مكرو مكرو غرام .

معدل تركيز الهيوغلوبين في الكريات الحمر

Mean corpuscular Hemoglobin Concentration (M. C. H. C.)

يمكن حسابه بقسمة الهيوغلوبين بمنفصل الدم . حيث يؤشر هذا كمية الهيوغلوبين في حجم معين من الكريات الحمر ويعبر عنه بنسبة مؤية . ويبلغ في الحالات الاعتيادية حوالي ٣ر٣٣ غرام في كل ١٠٠ سم^{٣} من الكريات الحمر المرصوصه . ويقل معدل تركيز الهيوغلوبين في الكريات الحمر في حالة فقر دم عوز الحديد .

فقر الدم Anemia

يمثل الظرف الذي تكون فيه كية الهيموغلوبين في الدورة الدموية دون الحد الطبيعي . تسبب فقر الدم عدة عوامل تشمل :ـ

١ . قلة عدد الكريات الحمر .
٢ . قلة الهيوغلوبين الطبيعي او وجود الهيوغلوبين غير الطبيعي في الكريات الحمر .
ان القلة في عدد الكريات الحمر تسببها عدة عوامل مثل :
آ . حالات النزف الشديد ـ فاذا تعرض شخص لحالة نزف حاد فانه يعوض النقصان في حجم البلازما في خلال ثلاثة ايام ولكن يبقى العدد الكلي للكريات الحمر دون المستوى الطبيعي ، واذا لم يتعرض لحالة نزف اخرى فانه سوف يعوض ذلك النقصان في العدد الكلي للكريات الحمر بحدود ثلاثة اسابيع الى اربعة .
ب . حالات النزف المزمنة ـ وغالبا يصاحبها نقصان في كية الحديد الضرورية لانتاج المزيد من الكريات الحمر . مما ينتج عن ذلك فقر دم عوز الحديد .
جـ . فقر الدم اللاتنسجي Aplastic Anemia
ينتج بسبب التعرض لمقادير عالية من الاشعاعات كاشعة غاما واشعة اكس او استعمال بعض المركبات الكيمياوية مما يسبب تلف نقي العظام وتوقف عملية انتاج الكريات الحمر وخلايا الدم الاخرى التي ينتجها نقي العظام .

ان وجود الهيموغلوبين غير الطبيعي في الكريات الحمر مثل هيموغلوبين S (Hemoglobin S) الذي يجعل شكل الكريات الحمر على شكل منجل مما تصبح معه هشه وسهلة التحلل عند تعرضها الى مستوى واطئ من الشد الاوكسجيني (O_2-Tension) مما يؤدي الى فقر دم شديد يدعي بفقر الدم المنجلي Sickle Cell Anemia .

ان القلة في عدد الكريات الحمر تسبب الاقلال من لزوجة الدم وفي بعض حالات فقر الدم قد تصل الى حوالي ١٫٥ لزوجة الماء مع العلم ان لزوجة الدم الطبيعية تساوي ثلاثة اضعاف لزوجة الماء .

ان القلة في كثافة الدم تقلل مقاومة الاوعية الدموية لجريانه خلالها وان الاقلال من المقاومة المحيطية ينتج عنه رجوع كيات كبيرة من الدم الى القلب مما يسبب زيادة في النتاج القلبي وانخفاضا في ضغط الدم مولدة اجهادا للقلب .

وفضلا عن ذلك فأن حالة نقص التأكسج (Hypoxia) الناتجه من القلة في كمية الاكسجين المنقولة بالدم تسبب توسع الاوعية الدموية في الانسجة مما يسبب اجهادا اضافيا للقلب .

كثرة الحمر Polycythemia

هي الزيادة غير السويه في عدد الكريات الحمر ، وتلك الزيادة اما تكون نتيجة للاستجابة لقلة الاكسجين في هواء التنفس والذي يؤدي الى افراز مادة مكونة الحمر التي تنبه نقي العظام لانتاج الكريات الحمر . وتسمى هذه الحالة بزيادة الكريات الحمر الفزيولوجيه Physiological Polycythemia .
اما زيادة الكريات الحمر المرضية Pathological Polycythemia فهي حالة غير طبيعية ناتجه عن النشاط غير الطبيعي لنقي العظام مؤديا الى انتاج اعداد كبيرة من الكريات الحمر وتلك الزيادة تسبب زيادة في لزوجة الدم مما ينتج عنه زيادة في ضغطه والتقليل من سرعة جريانه مسببا حالة الزراق (Cyanosis) .

سرعة (معدل) تثفل الكريات الحمر
Erythrocyte Sedimentation Rate (E.S.R.)

سبق ان ذكرنا ان الكريات الحمر تسبح في سائل البلازما ، وهي اثقل منه وزنا، وتتثفل بصورة بطيئة اذا تركت فترة من الوقت.فمثلا اذا وضع دم مضاف اليه مادة مانعة للتخثر في انبوبة زجاجية وثبتة بصورة عمودية وتركت لمدة ساعة يلاحظ ان الكريات الحمر تثفل في قعر الانبوبة تاركه البلازما وتزداد عملية التثفل مع الزيادة في الوقت وهذا يدل على ان للكريات الحمر سرعة تثفل معينة تتراوح في الذكور من ٣ ـ ٥ ميلي متر في الساعة وفي الاناث من ٤ ـ ٧ ميلي متر في الساعة .
ان عملية تثفل الكريات الحمر تحدث في ثلاث مراحل ففي المرحلة الاولى تميل الكريات الحمر الى التجمع والتراص معا مشكلة تجمعات تعرف بظاهرة رولاكس (Roulaux phenomenon) وتترسب بصورة بطيئة . اما في المرحلة الثانية فتزداد سرعة التثفل وفي المرحلة الثالثة وبسبب تراص الكريات الحمر تقل سرعة التثفل .

ان ظاهرة تجمع الكريات الحمر وتراصها مرتبطة بتركيز الفيبرينوجين وكمية الغلوبين فكلما زادة كمية الفيبرينوجين في الدم والغلوبين في البلازما ازدادت ظاهرة تجمع الكريات الحمر وتراصها .

يزداد معدل تثفل الكريات الحمر في العديد من الحالات غير المرضية (الحالات الوظيفية) اذ يزداد اثناء الفترة الحيضية عند النساء وكذلك اثناء الحمل سواء كان الحمل طبيعيا او غير طبيعي .

يزداد معدل تثفل الكريات الحمر في الحالات المرضية كما في حالة مرض السل والتهاب المفاصل المزمن وكذلك يزداد في الاصابات الحادة والمزمنة والامراض الخبيثة نتيجة لوجود بروتينات غير طبيعية في البلازما .

ان معدل تثفل الكريات الحمر يمكن ان يصل الى حد الصفر كما في حالة كثرة الحمر .

ان حساب معدل سرعة تثفل الكريات الحمر يمكن ان يساعد في تشخيص بعض الحالات المرضية وكذلك يمكن معرفة سير الحالة المرضية او تطورها وذلك عن طريق حساب معدل التثفل دوريا ففي حالة تحسن المريض تقل سرعة تثفل الكريات الحمر .

كريات الدم البيض White Blood cells – Leucocytes

تختلف كريات الدم البيض عن الكريات الحمر وذلك باحتواء هيوليها على العضيوات الحية فضلا عن وجود النواة وخلوها من الهيوغلوبين . كما انها عديمة اللون واكبر حجما من الكريات الحمر واقل عددا منها حيث تبلغ نسبتها واحد لكل سبعمائه من الحمر . اما عددها فيتراوح بين ٤٠٠٠ ـ ١١٠٠٠ في الميلي متر المكعب الواحد من الدم .

ان لكريات الدم البيض حركة مستقلة ووظيفتها الرئيسة تنحصر بالدرجة الاساسية بالدفاع عن الجسم وذلك بالتهام الاجسام الغريبة والدقيقة الداخلة للجسم وبتكوين الاضداد . ومعدل عمرها في الدورة الدموية يبلغ تسعة ايام . والكريات البيض انواع عديدة تختلف في اشكالها وحجومها . ومعضها قادر على الالتهام والحركة الاميبية .

تقسم كريات الدم البيض الى قسمين :ـ

١ . كريات الدم البيض المحببة Granulocytes

٢ . كريات الدم البيض غير المحببة Agranulocytes

كريات الدم البيض المحببة

تشمل ٧٠٪ من العدد الكلي لكريات الدم البيض . وهي خلايا كروية الشكل وهيوليها يحتوى على حبيبات تشمل انظيمات هاضمة وهذا مما يمكنها من تحليل الجزئيات الغريبة واذابتها كالجراثيم لذلك تعتبر الخلايا المحببة خلايا بلاعم (Phagocytes). وكريات الدم البيض المحببة عدة انواع،حيث ان الخلايا التي تصطبغ حبيباتها الهيولية بالاصباغ الحمضية كصبغة الايوسين (Eosin) تسمى بالخلايا الحمضة . اما الخلايا التي تصطبغ حبيباتها الهيولية بالاصباغ القاعدية كصبغة الهياتوكسلين الزرقاء (Hematoxylin) فتسمى بالخلايا القعدة . اما النوع الثالث من الخلايا المحببة فيسمى بالخلايا العدله حيث انها لاتميل لاحدى هاتين الصبغتين (الايوسين والهياتوكسلين) بل تتلون بصورة جزئية من كل منهما .

ان النواة في الخلية المحببة مفصصه ويزداد عدد فصوصها بتقدم الخلية في العمر ويمكن مشاهدة ذلك في الخلايا العدلة لذلك تسمى هذه الخلايا بالخلايا متعددة اشكال النواة (Polymorphonuclear cells) .

ان النواة في الخلية الحمضة قلما تكون منقسمه الى اكثر من فصين ، اما الخلية القعدة فنواتها تظهر تخصرا واحدا يقسمها الى جزأين .

تتكون الكريات البيض المحببة في البالغين من ارومه الخلايا النقوية (Myeloblasts) في نقي العظام الاحمر .

كريات الدم البيض المحببة العدلة

Neutrophilic Granular Leukocytes

هي اكثر عددا من كافة الانواع الاخرى للكريات البيض وتتراوح نسبتها بين ٥٠ ـ ٨٠٪ من مجموع الكريات البيض . تمتاز العدلة باحتوائها على حبيبات دقيقة تنتشر بتجانس في الهيولي .

الخلايا العدلة دائمة الحركة . ويبلغ قطرها في العينة الطازجه من الدم بين ٦ ـ ٨ مكرو ومتر ولكن على الشريحة المثبتة يتراوح قطرها بين ٩ ـ ١٢ مكرو متر .

تكون الكريات العدلة الخط الدفاعي الاول ضد العدوى . وذلك بانتقالها الى المنطقة من الجسم التي تحتلها الجراثيم . كما ان عددها في الدم يزداد بسرعة في العدوى الحادة وفي كل الحالات الالتهابية Inflammations التي تتميز بهجرة العدلة الى الانسجة . وتتصف هذه الخلايا بمقاومتها الفعاله ضد الجراثيم والذيفان Bacteria And Toxins .

كريات الدم البيض المحببة الحمضة

Eosinophilic Grannular Leukocytes

تكون ١ - ٣٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض . وحبيباتها الهيولية كبيرة ودائرية الشكل وقد تغطي النواة لهذا تسمى هذه الكريات بالكريات ذات الحبيبات الخشنة . تصطبغ تلك الحبيبات بصبغة المايوسين وتظهر حمراء ساطعة اللون .

يبلغ قطر الخلية الحمضة حوالي تسع مكرو متر في الدم النقي وعلى الشريحه المثبتة اثني عشر مكرو متر .

ان الخلايا ألحمضه تؤدي عملها بصورة عامة خارج الدم وتوجد بصورة طبيعية في بطانة الامعاء والرئتين وادمة الجلد وكذلك انسجة اعضاء التناسل الخارجية . والخلايا الحمضة ذات حركة اميبية بطيئة وهي خلايا ملتهمة بعض الشيْ ووظيفتها الرئيسة تتلخص بابطال مفعول سموم البروتينات الغريبة التي تدخل الجسم عن طريق الجهاز الهضمي والرئتين . كما ان عددها يزداد في حالات تفاعلات الارجيه وفي حالات الاصابة ببعض انواع الطفيليات .

كريات الدم البيض المحببة القعدة

Basophilic Granular Leukocytes

هي اقل عددا من كافة الانواع الاخرى للكريات البيض وتصل نسبتها الى حوالي ١ ٪ من العدد الكلي للكريات البيض . يبلغ قطر الكرية القعدة عشرة مكرو مترات وحبيباتها الهيولية كبيرة وتظهر في التحضيرات الجهرية في اغلب الاحيان خارج حدود الخلية وغالبا ماتغطي النواة الشبيهه بحرف (S) .

تحتوى الخلايا القعدة على مادة الهيبارين (Heparin) وهي مادة مانعة للتخثر تفرزها في المناطق الملتهبة لمنع تخثر الدم وركوده . وفضلا عن ذلك فهي خلايا بلاغم (ملتهمه) ولهذا لها عمل يشبه عمل الكريات الحمضة في حالات الالتهابات والارجيه .

كريات الدم البيض غير المحببة

تشمــل الخــلايــا اللمفــاويــة (Lymphocytes) والخــلايــا الــوحيــدة (وحيــدة النــواة) (Monocytes) . تكـــون هـــذه الكريـــات نسبـــة ٣٠٪ من العـــدد الكلي لكريات الدم البيض ويتصف هيوليها باحتوائه على عدد قليل جدا من الحبيبات غير المتخصصه لذلك سميت بالخلايا غير المحببة . تتصف كريات الدم البيض غير المحببة بأنويتها ذات الكتلة الواحدة (غير المفصصة) بعكس الخلايا المحببه .

الخلايا اللمفاوية Lymphocytes

تشمل ٢٠ ـ ٥٠ ٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض وهي خلايا كروية ذات هيولي متجانس ونواة دائرية الشكل وكثيفة تحتل كل الخلية تقريبا .

تتكون الخلايا اللمفاوية في النسيج اللمفاوي لاعضاء الجسم فضلا عن تكونها في نقي العظام . لهذا ان عددها في الاطفال اكثر من عددها في البالغين لان الانسجة اللمفاوية عند الاطفال اكثر مما في البالغين .

يعيش جزء من الخلايا اللمفاوية ثلاثة ايام فقط اما الاكثرية فتعيش من ثلاثة اشهر الى ستة . ويتفاوت حجمها فمعظمها صغير الحجم يتراوح قطره بين ٦ ـ ٩ مكرو متر . اما الخلايا اللمفاوية كبيرة الحجم فعددها قليل ويتراوح قطرها ١٢ ـ ١٦ مكرو متر .

صنفت الخلايا اللمفاوية صغيرة الحجم الى صنفين :ـ

الصنف الاول :يشمــل الخــلايــا التي تنشـــأ وتنضــج في غـــدة التـــوتـــه (Thymus) وتسمى بنـــوع ت (T – Lymphocytes) وتعيش هـــذه الخلايا عشرة اشهر .

الصنف الثاني :يتكون وينضج في نقي العظام والانسجة اللمفاوية الاخرى وتسمى بنوع ب (B – Lymphocytes) نسبـــة الى جراب فـــابرشيـــوس (Bursa Fabricius)

ان دخول المستضدات الى الجسم يحفز الخلايا اللمفاوية من نوع ب لتنتج الاضداد والتي يمكنها التفاعل مع المستضدات مما يحطمها بتفاعل مستضدي ضدي - (Antigen – Antibody Reaction)

ان المستضدات تنبه ايضا الخلايا اللمفاوية من نوع ت وتحولها الى خلايا لمفاوية مولده تتكاثر منتجة خلايا صغيرة وخلايا متخصصه . وهذه الخلايا تهاجم الانسجة والاعضاء الغربية في الجسم ولهذا تؤثر تأثيرا اساسيا ومهما في رفض الجسم للاعضاء المغرسة (Transplantation) .

الخلايا الوحيدة ـ الخلايا الكبيرة ذات النواة الواحدة

Large Mononuclear Cells or Monocytes

تشمل ٢ ـ ١٠ ٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض وتعتبر اكبر الخلايا الدموية حجما حيث يتراوح قطرها في العينة الطازجه من الدم بين ١٠ ـ ١١ مكرو متر اما على الشريحة المثبتة فيتراوح بين ١٨ ـ ١٠ مكرو متر .

تشبه الخلايا الوحيدة الى حد كبير الخلايا اللمفاوية الكبيرة فهيوليها متجانس ونواتها تشبه شكل الكلية واحيانا شكل نعل الحصان وغالبا ماتحتوى على طيات او اخاديد وهذا مما يساعد في تميزها .

والخلايا الوحيدة هي خلايا بلاعم تشبه الخلايا المحببه وتستطيع ابتلاع الجراثيم والجزيئات الغربية . ولها قابلية على الحركة الاميبية والانتقال من الاوعية الدموية الى الانسجة الاخرى حيث تتطور الى خلايا بلاعم كبيرة .

ابيضاض الدم Leukemia

تتصف هذه الحالة المرضية بالزيادة الهائلة في عدد كريات الدم البيض في الدورة الدموية وقد يتراوح عددها بين ١٥,٠٠٠ ـ ٥٠٠,٠٠٠ في المليلي متر المكعب الواحد من الدم . مما سبق ذكره فان انتاج كريات الدم البيضاء يتم من مصدرين هما نقي العظم الاحمر (الخلايا المحببة) والنسيج اللمفاوي (الخلايا اللمفاوية) . فعندما تكون الزيادة في كريات الدم البيض ناتجه عن الورم في نقي العظام (Tumor of Bone Marrow) تسمى هذه الحالة ابيضاض نقوى المنشأ (Myelogenous Leukemia) وتتصف بالزيادة في عدد الكريات المحببة . اما اذا كانت الزيادة في كريات الدم البيض ناتجه عن النشاط المفرط للنسيج اللمفاوي فتسمى تلك الحالة ابيضاض لمفي Lymphatic Leukemia وتتصف بالزيادة في عدد خلايا الدم البيض اللمفاوي .

ان مرض ابيضاض الدم يصاحبه عادة فقر الدم وذلك بسبب نمو الورم السرطاني واحتلاله لمعظم نقي العظم مسببا الاقلال من انتاج كريات الدم الحمر وكذلك الصفيحات الدموية مما يزيد من فرصة حدوث حالات النزف عند المريض .

يعتقد بان احد مسببات هذا المرض هو التعرض للاشعاعات Radiation .

مرض ابيضاض الدم نوعان :ـ

١ . نوع حاد Acute Form

يظهر هذا النوع من ابيضاض الدم بصورة مفاجئة ويتصف بفقر الدم وعادة ترافقه حالات نزف . وتقل استجابته للعلاج او تنعدم .

٢ . نوع مزمن Chronic Form

غالبا مايحدث هذا النوع في البالغين . والزيادة في عدد الكريات البيضاء اما ان تكون بسبب الابيضاض النقوى المنشأ او الابيضاض اللمفي . ويتصف هذا النوع من ابيضاض الدم بالضعف العام والاجهاد وكبر حجم الطحال .

وعموما توجد اربع حالات من مرض ابيضاض الدم وكما يأتي :ـ

١ . ابيضاض ارومة اللمفاوية الحاد Acute Lymphoblastic Leukemia غالبا مايحدث في الاطفال ويتصف بالزيادة في عدد الخلايا اللمفاوية غير الناضجة وفقر الدم بسبب القلة في انتاج الكريات الحمر .

٢ . ابيضاض ارومة النقوية الحاد Acute Mveloblastic Leukemia ممكن ان يحدث في اي مرحلة من مراحل العمر ويتصف بالزيادة في عدد كريات الدم البيض المحببة وكذلك الخلايا المحببة غير الناضجة .

٣ . ابيضاض خلوى لمفاوي مزمن Chronic Lymphocytic Leukemia يحدث هذا المرض عوما في متوسطي العمر والكبار ويتصف بالزيادة في عدد الخلايا اللمفاوية الصغيرة الناضجة وحالة فقر الدم اقل حده مما هي عليها في الحالة الحادة .

٤ . ابيضاض الخلايا النقوية المزمن Chronic Myelocytic Leukemia يحدث عادة في البالغين ويتصف بالزيادة في الخلايا المحببة .

نتيجة للزيادة الهائلة في اعداد الخلايا السرطانية والتي تسبب استهلاك العناصر الغذائية كالحضمينات والفيتامينات لخلايا الجسم الاخرى مما يعرضها الى الوهن والضعف وبالتالي الى التلف مسببة الوفاة .

قلة البيض Leukopemia

تتصف هذه الحالة المرضية بقلة عدد كريات الدم البيض والتي قد يتراوح عددها بين ٢٫٠٠٠ - ٣٫٠٠٠ / ميلي متر مكعب الواحد من الدم ترافق حالة قلة البيض بعض الحالات المرضية الحادة كمرض ذات الرئة (Pneumonia) والاصابات بالحمات (Viruses) . كما ان قلة البيض قد يسببها استعمال بعض الادوية والتي ينتج عنها تسمم نقي العظم وتتصف هذه الحالة بقلة الكريات المحببة مما يقلل من مقاومة الجسم للاحياء المجهرية المخمجة وعادة تكون منطقة الفم والحنجرة والامعاء معرضة للاصابة بحالة الالتهاب الحاد .

الصفيحات Thrombocytes (Blood Platelets)

وهي كرات هيوليه عديمة اللون اشكالها متعدده فمنها المدورة والبيضوية والمغزلية . وتتولد من خلايا النواء (Megakaryocytes) الموجوده في نقي العظام . ليس للصفيحات الدموية جدار خلوي وكذلك هي خالية من النواة ومراكزها غامقة لاحتوائها على حبيبات هيولية يتراوح قطر الصفحية الدموية بين ٢ - ٤ مكرومتر . اما عددها فيتراوح بين ٢٠٠٫٠٠٠ - ٤٠٠٫٠٠٠ في الميلي لتر الواحد من الدم كما ان عددها يزداد بعد اجراء التمارين الرياضية او الفعاليات العضلية وكذلك يزداد عددها بعد الاصابات المرضية وبعد حصول النزف . عمر الصفيحات في مجرى الدم يتراوح بين ٣ - ٥ ايام واهم وظائفها تتلخص في عملية تخثر الدم وانكماش الجلطبه Clot retraction .

ألية تجلط الدم (تخثر الدم)

Mechanism of Blood Clotting (Blood Coagulation)

ان الدم الطبيعي يبقى بحالة سائلة داخل الجهاز الوعائي ولايتخثر ولكن عندما يبدأ نزف الدم من منطقة الجرح او الضرر الذي يصيب الوعاء الدموي تبدء آلية المرقىْ Hemostatic Mechanism والتي تشمل ثلاث مراحل :ـ

اولا : يحدث تضيق بالاوعية الدموية في منطقة الاصابة مما يقلل من معدل الدم المفقود من الجرح وكميته ، وتستغرق تلك الفترة حوالي نصف ساعة حيث تبدأ خلالها

آلية تكون الخثره . ان عملية التضيق تلك لاتحدث بالاوعية الدموية الشعرية لعدم احتواء جدرانها على العضلات الملساء موازنة بالاوعية الدموية الكبيرة .

ثانيا : تتجمع الصفيحات الدموية في منقطة الجرح لتسد الثغرات الصغيرة في الاوعية الدموية وهذا يسمى بسداد الصفيحات (Platelets Plug) حيث تؤثر تأثيرا مهما في وقف النزف البسيط كوخزة الابرة كما ان تجمع كتل من الصفيحات تكون النقطة التي يبدأ تكون الخثره عليها .

ثالثا : عملية تكون الخثرة الدموية تجرى في ثلاث مراحل :

المرحلة الاولى : تتكون فيها مادة الترمبوبلاستين Thromboplastin وتنتج من تفاعل العديد من عوامل التخثر الموجودة في الدم مع عصارات الانسجة خارج الوعاء الدموي المتضرر ـ كما ان لشوارد الكلسيوم والصفيحات الدموية أثر مهم في تلك العملية .

المرحلة الثانية :ـ تشمل تحويل طليعة الترمبين (بروترمبين Prothrombin الى ترمبين (خثرين) Thrombin . يحدث هذا التغير نتيجة لوجود الترمبوبلاستين وشوارد الكلسيوم . ان طليعة الترمبين تتكون في الكبد وبوجود فيتامين (K)

المرحلة الثالثة :ـ في هذه المرحلة يقوم الترمبين بدور عامل انظيمي فيحول مولد الليفين (الفبرينوجين Fibrinogen) الى الليفين (فبرين Fibrin) وهو الخثره الدموية والتي تتكون من شبكه من خيوط الليفين تحصر الكريات الحمر والبيض والصفيحات الدموية ـ ان الليفين ينكمش بعد فترة قصيرة مما يسبب زيادة في تماسك الخثرة الدموية وشدها مما يوقف نزف الدم بصورة كامله.أن مولد الليفين هو احد بروتينات البلازما ينتجه الكبد ويوجد بحالة سائلة ولكن يتحول الى الخثرين غير الذائب في حالة التخثر .

ان مراحل تكون الخثره الدموية توضح بالمخطط الاتي :ـ

المرحلة الاولى : عوامل التخثر في الدم + عوامل الانسجه ←

الصفيحات الدموية / شوارد الكلسيوم ← الترمبوبلاستين

المرحلة الثانية : طليعة الترمبين —(الترميوبلاستين / شوارد الكليسيوم)← ترمبين

المرحلة الثالثة : مولد الليفين —(ترمبين / شوارد الكلسيوم)← الليفين

ان عوامل التخثر تشمل احد عشر عاملا والكلسيوم هو احد تلك العوامل والذي يتطلب وجوده في المراحل الثلاث لتكوين الليفين . ان الفقدان والنقص في تركيز اي عامل من تلك العوامل يسبب خللا او قصورا في عملية تخثر الدم مما يسبب التأخير في تكون الخثره الدموية . كما في حالة مرض الناعور (Hemophilia) ومرض الناعور هو مرض نزف الدم الوراثي الذي يتصف بنقص في تكوين العامل الثامن وهو أحد عوامل التخثر في الدم ويؤثر تأثيرا مهما في المرحلة الاولى لتكوين الخثرة ونقصانه يسبب زيادة في زمن التخثر مما يصبح اطول من مدته الاعتيادية .

ان بلازما الدم تحتوى على العديد من العوامل التي تمنع تجلط الدم بالاوعية الدموية السليمة وتحافظ عليه بشكل سائل حيث يوجد في البلازما مضاد الترمبين .
(Plasma antithrombin) والذي يحلل الترمبين المتكون في البلازما ويحطمه .

وتحتوى البلازما ايضا على مادة الهيبارين التي تعمل مضادا للتخثر اذ تمنع تحويل طليعة الترمبين الى خثرين وكذلك تمنع تحويل مولد الليفين الى ليفين . ان مادة الهيبارين تنتجها الخلايا البدينة (Mast cells) والتي توجد باعداد كبيرة بأنسجه الجسم الضامه . كما ان كريات الدم البيض القعدة ايضا تنتج مادة الهيبارين . وفضلا عن ذلك توجد انظيمات في الدم (انظيمات حالة الفبرين)Fibrinolytic enzymes والتي تقوم بتحطيم أي ليفين يحتمل تكونه في مجرى الدم وتحليله .

يعتقد ان العامل الاساسي في منع التجلط داخل الجهاز الوعائي هو بسبب الغلاف الظهارى الاملس الذي يبطن الاوعية الدموية والذي يحول دون التصاق مكونات الدم في جدران الاوعية الدموية فضلا عن ذلك فأن بطانة الاوعية الدموية تفرز احد مكونات البروستغلندين (موثين) Prostaglandin والذي يدعى بروستاسايكلين (Prostacyclin). والذي يمنع تجمع الصفيحات الدموية .

زمر الدم Blood Groups

يعتبر العالم لاندشتاينر اول من قام بدراسة ظاهرة التراص (Agglutination) المستمر والثابت لخلايا دم الانسان بوساطة مصل (Serum) انسان اخر . وفي ضوء تلك الدراسة قسم الدم البشري الى اربع مجاميع رئيسة معتمدا على وجود عوامل التراص (التلاز) A و B في غلاف كرياتهم الحمر او عدم وجودها . والمسترص (Agglutinogen) هو بروتين سكري يوجد في غلاف

الكريات الحمر . وتشمل زمر الدم ما يأتي :ـ

١ . زمرة ـ A (Groups – A)

تحتوى الكريات الحمر لهذه الزمره على المسترص (A)وان نسبتها في الاشخاص تبلغ ٤٢٪ .

٢ . زمرة – B (Group – B)

تحتوى الكريات الحمر لهذه الزمره على المسترص (B) وان نسبتها في الاشخاص تبلغ ٩٪ .

٣ . زمرة AB (Group – AB)

تحتوى الكريات الحمر لهذه الزمرة على المسترص (A) والمسترص (B) . وتبلغ نسبتها في الاشخاص ٣٪ .

٤. زمرة O (Group – O)

ان كريات الدم الحمر لهذه الزمره لاتحتوى على المسترص (A) والمسترص (B) . وتليغ نسبتها في الاشخاص ٤٦ ٪ .

في خلال السنة الاولى من الحياة تتكون في البلازما اضداد لعوامل التراص تسمى الراصات Agglutinins وهي مواد بروتينية (غاما غلوبلين) .

لذا فان زمرة (A) تكون الراصة (b) (Anti – b) في البلازما . وزمرة (B) تكون الراصه (a) –(Anti – a) في البلازما اما زمرة (AB) فلا تكون اي راصه في البلازما . اما زمرة (O) فتكون الراصه (a) والراصه (b)– (Anti – a+b) في البلازما والراصات لكل من زمرة (A) وزمرة (B) هي كبقية الاضداد والتي تنتجها نفس الخلايا التي تنتج الاضداد في حالة الامراض .

ويعتقد بأن الراصات لكل من زمرة (A) وزمرة (B) تتولد في الجسم نتيجه لدخول كمية قليلة من مسترص (A) ومسترص (B) عن طريق الغذاء والجراثيم وكذلك بوساطة طرق اخرى .

ومما سبق ذكره فأن الشخص لايمكن ان يحتوى دمه على المسترص والراصه المضاده له في ان واحد والا لحصل التراص . وفي حالة عدم وجود المسترص في الكريات الحمر فأن الراصة توجد حتما في بلازما ذلك الدم ، والشكل (٣٥) يوضح تلك العلاقة .

زمرة
زمرة
زمرة
زمرة

كرية دم حمراء

مسترص
مسترص
مسترص
انعدام مسترص

البلازما

راصه
راصه
انعدام راصه
راصه

الشكل (٣٥)

يوضح الراصة والمسترص في زمر الدم

زمرة ريزس Rhesus Group

اكتشف العالم لاندشتاينر في عام ١٩٤٠ مادة بروتينية اخرى في الكريات الحمر هي المسترص (D) وان ٨٥٪ من الافراد لديهم هذا المسترص . وتسمى تلك الزمرة بزمرة ريزس الموجب (Rhesus Positive) . سميت بالريزس نسبة الى نوع من القرود يعرف بقرد ريزس . والتي اكتشف عامل التراص فيها لاول مرة . اما النسبة الباقية من الافراد والتي تبلغ ١٥ ٪ فليس لديهم مسترص (D) في كريات دمهم الحمر وتسمى تلك الزمرة بزمرة ريزس السلبية Rhesus negative . في الاحوال الطبيعية لاتوجد راصه للريزس السلبي ولا للريزس الموجب في بلازما الدم.ولكن الشخص من زمرة ريزس السلبي يتكون عنده راصه لعامل التراص (D) في حالة تسلمه دما من زمرة ريزس الموجب . واذا حدث ان استلم مرة اخرى دما من زمرة ريزس الموجب فأن الراصة (D) المتكونه سوف تبقى في دمه طول حياته . ففي هذه الحالة لايستطيع هذا الشخص تسلم دم من زمرة ريزس الموجب لانه في حالة تسلمه دما من زمرة ريزس الموجب سوف يحصل التراص بفعل المواد المضاده (الراصات) لعامل التراص (D) والتي تكونت في مصل الشخص المتسلم عند التقائها معه .

ان الشخص من زمرة ريزس الموجب بامكانه تسلم دم من زمرة ريزس الموجب او من زمرة ريرس السلبي بسبب عدم وجود راصه للمسترص (D) في دمه وكذلك لايمكنه تكوينه .

أن للمسترص (D) اهمية خاصة في حالات الزواج والحمل فمثلا اذا تزوج شخص يحمل ريزس الموجب امرأة تحمل ريزس السلبي ففي هذه الحالة سوف يرث الجنين عامل ريزس الموجب من ابيه وعند مرور ذلك العامل من الجنين الى دم امه من خلال السخد (Placenta) ففي هذه الحالة سوف يتكون في دم الام العامل المضاد (راصه D) للمسترص (D) وهذا العامل سوف ينفذ الى الدورة الدموية للجنين عبر حاجز السخد مسببا حصول التراص بين الكريات الحمر ثم انحلالها وتحطمها مما يسبب خطرا على الجنين . وتتم معالجة هذه الحالة عادة باستبدال دم الطفل وتحويله موقتا من ريزس موجب الى ريزس سلبي . والريزس السلبي لايتأثر بمضاد (D) وبعد فترة يعود دم الطفل الى حالاته السابقة (ريزس موجب) وبهذا العلاج فأن حياة الطفل قد انقذت .

عملية نقل الدم Blood Transfusion

تعتبر عملية نقل الدم من العمليات المهمة اذ بوساطتها من الممكن انقاذ حياة الشخص وبعكسها قد يتعرض الشخص الى اعراض خطيرة حيث ان النقصان الحاد في كمية الدم في الجسم ينتج عنه الاقلال في تزويد خلايا الجسم بالكمية المطلوبة من المواد الغذائية والاكسجين . في عملية نقل الدم من شخص لاخر فأن الكريات الحمر في دم الشخص المتسلم لاتتأثر ولايحصل فيها التراص ولكن التراص يحدث بين الكريات الحمر المنتقلة مع الاجسام المضادة لها (الراصات) في دم الشخص المتسلم ففي هذه الحالة لايجوز نقل هذا الدم اليه لانه غير متوافق مع دمه . اما اذا لم يحدث التراص فهذا يعني ان الدمين متوافقان ويجوز الاعطاء من الاول الى الثاني ولكن هذا لايعني انه من الممكن الاعطاء من الثاني الى الاول .

ان سبب تراص الكريات الحمر وتكسرها يعود الى العامل المسترص في اغشية الكريات الحمر مما يسبب تراص الكريات الحمر بعضها مع بعض اذا التقت مع مضاد لها في بلازما الشخص المعطى له . ومن الممكن حدوث التراص في الاوعية الدموية الصغيرة للكليتين مما يسبب توقف عملها ويؤدي الى الغيبوبة ثم الوفاة .

توجد بعض النقاط المهمة يجب ملاحظتها في حالة نقل الدم :-

اولا : يمكن نقل الدم من شخص الى اخر اذا كانا من نفس الزمرة .

ثانيا : ان اي شخص من زمرة (AB) يمكنه تسلم دم من كافة الزمر الاخرى - لهذا تسمى تلك الزمرة بالمتلقي العمومي (Universal Recipients)
كما ان دم تلك الزمرة يعطى فقط لمن كان من نفس الزمرة (AB) .

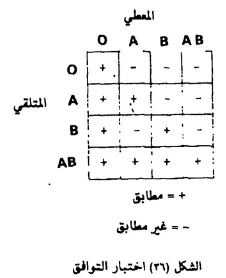
ثالثا : ان زمرة (o) تسمى بالمعطي العمومي (Universal Donors)
حيث ان اي شخص من نفس هذه الزمرة يمكنه ان يعطي دما الى كافة الزمر ولكن لايستطيع ان يتسلم دما من زمزة اخرى باستثناء زمرته .

وبعد معرفة زمرة كل من دم المعطي والمتلقي يجب اجراء اختبار التوافق Cross matchning لمعرفة مطابقة دم المعطي مع دم التلقي .والشكل (٣٦) يوضح هذا الاختبار .

زمرة دم المتلقي

(بلازما او مصل)

		AB	A	B	O
زمرة دم المعطي كريات الحمر المختبره	AB				
	A				
	B				
	O				



المعطي

المتلقي	O	A	B	AB
O	+	-	-	-
A	+	+	-	-
B	+	-	+	-
AB	+	+	+	+

+ = مطابق

- = غير مطابق

الشكل (٣٦) اختبار التوافق

الالتهاب Inflammation

يعني بالالتهاب استجابه الجسم الموضعية للاذى الذي يصيب اي نسيج من انسجته . ومسببات الالتهاب تشمل :ـ

١ . الاحياء المجهرية مثل الجراثيم والحمات . يسمى الالتهاب الذي تسببه الاحياء المجهرية بالخمج .
٢ . الرضح (Trauma) المسبب بالعوامل الميكانيكية .
٣ . العوامل الكيمياوية والفيزياويه مثل الحوض القوية والقواعد القوية والحرارة والبروده والاشعاعات المتأينة .
٤ . وجود الانسجة المتنخره او الخبيثه داخل الجسم .
٥ . المناعة الذاتية Autoimmunity حيث يرافق الالتهاب الاستجابة المناعية لبروتينات الجسم او البروتينات الغريبة .

علامات الالتهاب Signs of inflammation

لكي يقال عن نسيج ما أنه ملتهب يجب توفر العلامات الاتية فيه ولكن ليس بنفس الدرجة من الشدة والوضوح :ـ

١ . الاحمرار Redness
٢ . التورم Swelling
٣ . الحرارة Heat
٤ . الالم Pain
٥ . الفقدان الكلي او الجزئي لوظيفة النسيج الملتهب Loss of Function

آلية الالتهاب Mechanism Of Inflammation

عند حصول تلف لبعض خلايا النسيج نتيجة الاذى فأن الخلايا التالفه تحرر عدة مواد بما فيها مادة الهستامين Histamine في الحيز الخلالي .

ان مادة الهستامين تسبب زيادة في جريان الدم في منطقة الالتهاب نتيجة للتوسع الذي تحدثه في الاوعية الدموية وكذلك تزيد من نفوذية الاوعية الشعرية الدموية في تلك المنطقة .

أن الزيادة الكبيرة التي تحدث في نفوذية الاوعية الدموية الشعرية تسبب خروج كميات كبيره من سوائل البلازما والتي تحتوى على مولد الليفين وبروتينات اخرى الى الحيز الخلالي . ان تجمع تلك السوائل يؤدي الى تورم منطقة الالتهاب . اما الزيادة في جريان الدم في منطقة الاصابة فتسبب الاحمرار الملازم للالتهاب وزيادة درجة الحرارة السطحية .

لمنع انتشار الجراثيم وسمومها من منقطة الاذى الى الانسجة المجاورة فأن افرازات الخلايا المصابة تحتوى على العامل النسيجي الذي يشترك في تكوين الانظيم المنشط لطليعة الترمبين Prothrombin Activator Enzyme وهذا الانظيم يحول طليعة الترمبين المترشح من الاوعية الدموية الشعرية في منطقة الاصابة الى الترمبين .والترمبين بدوره يساعد في تحويل مولد الليفين في السائل الخلالي الى الليفين غير الذائب . وهذا التجلط الذي يحدث في السائل الخلالي يعيق انتشار الاحياء المجهرية المخمجه او سمومها من منطقة الاذى الى الانسجة المجاوره .

حالما يتسرب سائل البلازما في الحيز الخلالي فأن الدم في الاوعية الدموية الشعرية المجاوره الى منطقة الاذى يصبح اكثر كثافة وتزداد لزوجته . ان خلايا الدم والاخص خلايا الدم البيض والتي توجد بصورة طبيعية في مجرى الدم لهذه الاوعية تميل الى الالتصاق بجدرانها . وخلايا الدم البيضاء تجتذب بوساطة المواد الكيمياوية المتحررة من الخلايا المصابة بالاذى او الجراثيم الموجودة في منطقة الاصابة تصل كريات الدم البيضاء من الاوعية الدموية الشعرية الى منطقة الاذى بوساطة حركتها الاميبية وتبدء بالتهام الجراثيم وحطام الخلايا التالفه .

يفرز النسيج الملتهب مواد بروتينية (مكون البيض Leukopoietin) تحفز نقي العظام لانتاج اعداد كبيرة من كريات الدم البيض ولهذا فان الزيادة في عدد كريات الدم البيض تعتبر احد المؤشرات على حدوث الالتهاب .

قد يحدث التقيح في النسيج الملتهب . والقيح (Pus) هو تجمع كريات الدم البيض الميته والجراثيم والانسجه المتنخرة . تموت كريات الدم البيض بعد التهامها اعدادا من الجراثيم وخلايا الانسجة التالفة .

ان اعادة الانسجة التي اتلفت بالالتهاب واصلاحها وترميها تتم في عدة مراحل تبدء اولا بازالة مسبب الالتهاب.ففي حالة الخمج تزال الاحياء المجهرية المخمجة او سمومها

بوساطة الجهاز المناعي ، وحالما يبدأ الاقلال من اذى النسيج فأن الزيادة في معدل جريان الدم له تقل ثم تختفي .

وتختفي الوذمة (edema) تدريجيا حيث يعاد امتصاص السوائل الزائدة من الحيز الخلالي الى الدورة الدموية .

اما كريات الدم البيض الميته والنسيج المتنخر والجراثيم فتتم ازالتها بوساطة عملية الالتهام .

بينما تقوم انظيمات خاصة بتحليل الليفين المتجلط في الحيز الخلالي ويعاد امتصاص نواتج ذلك التحلل .

يتم تعويض الانسجة التالفه اما بتكاثر نفس خلايا النسيج بوساطة عملية الانقسام الفتيلي او بحلول نسيج ليفي مكان النسيج التالف محدثا بذلك ندبه Scar .

الارجية Allergy

تمثل تفاعلا مناعيا غير طبيعي استجابة لبعض انواع من المستضدات الداخلة لانسجة الجسم والذي قد ينتج عنه التلف النسيجي .

وهي المستضدات والتي لها القابلية على توليد تفاعل فرط التحسس (Hypersensitivity) تسمى بالارجينات . والارجينات اما ان تكون مواد بروتينية او دهنية او مواد كيمياوية مثل حبوب الطلع وذرات الغبار وسموم الحشرات وبعض الادوية مثل البنسلين .

آلية الارجيه Mechanism of Allergy

توجد عدة اليات لنشؤ فرط التحسس ولكن اهمها مايعرب بتفاعل التأقي Anaphylactic Reaction فعند تعرض الشخص للارجين لاول مرة فأن جهازه المناعي يتحفز لانتاج نوع من الاضداد يعرف بالغلوبلين المناعي نوع E (IgE) حيث يتحد الارجين بهذا الضد (IgE) مكونا مركبا وهذا المركب بدوره يتصل بمستقبلات على اغشية الخلايا القعدة والخلايا البدينه ، تعرف هذه العملية بالتحسيس (Sensitization) .

والخلايا البدينة هي خلايا كبيرة الحجم تحتوى على حبيبات وتنتشر في انسجة الجسم وعلى جدران الاوعية الدموية الخارجية .

اذا تعرض الشخص مرة ثانية الى نفس الارجين فالمركب الذي يكونه الارجين مع (IgE) سيتصل بنفس الطريقة مع المستقبلات على غشاء الخلايا البدينة مسببا طرح حبيباتها الى الانسجة المحيطه بها ،والحبيبات تحتوى على مادة الهستامين ومواد اخرى. واعتمادا على موضع هذا التفاعل في انسجة الجسم تتكون لدينا صور مختلفة لفرط التحسس او الارجيه . فمثلا عند حدوث هذا التفاعل في جهاز الدوران فأن الكميات الكبيرة من الهستامين المطروحه نتيجة هذا التفاعل تؤدي الى توسع مفاجيٌ في الاوعية الدموية محدثة انخفاضا في ضغط الدم ومسببه صدمة التأقي Anapylatic Shock والمثال الشائع على ذلك هو اعطاء حقنه من عقار ما حيث يكون الشخص حساسا لهذا العقار مثل البنسلين.اما في حالة حمى الكلاء Hay Fever فان هذا التفاعل يحدث في البطانه المخاطية للانف والجيوب الانفية وينتج عن ذلك التهاب يتصف باحمرار وتورم وحكه وعطاس ورشح مائي من الانف وقد يحدث هذا التفاعل في القصبات الهوائية مسببا تضيقها والتهاب بطانتها كما هو الحال في مرض الربو القصبي والذي يسبب صعوبة في دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منها .

يتضح من كل ماسبق ذكره بان الارجية تعتمد على عدة عوامل :ـ

١ . التغاير الشخصي لواحد او اكثر من الارجينات فالبعض من الناس يصاب بالارجيه عند تعرضه لذرات الغبار والبعض الاخر للادوية او بعض انواع الطعام .

٢ . كمية الارجين الداخل للجسم ومن البديهي انه كلما كانت الجرعه عالية كان التفاعل اكثر شده .

٣ . طريقة دخول الارجينات الى الجسم وموقع تفاعلها فمثلا.دخول الارجين بوساطة الحقن الى جهاز الدوران قد يسبب صدمة التأقي والتي قد تؤدي الى الوفاة ، اما حمى الكلاء فلا تؤدي الى اكثر من الاعراض التي سبق ذكرها . يمكن التعرف على الارجين المسبب للارجيه بوساطة اختبار الجلد ، حيث تحقن كمية صغيرة من الارجين المتوقع في الجلد فاذا ظهر تورم واحمرار في منطقة الحقن عرفنا ان هذا الارجين هو المسبب للارجيه .

تعالج الارجيه بعدة طرق تشمل :-

١ . ازالـــة التحسس Desensitization وذلـــك بحقن كميـــات صغيرة من الارجين تحت الجلـد وعلى فترات معينـــة ثم تـزاد هــذه الكيـات تـدريجيـا ، ويعتقـد ان حقن الارجين تحت الجلد يحفـز الجهـاز المنـاعي لتكـوين الاضــداد من نـوع (IgG) والتي تبطل تأثير المركب المتكون من اتحاد الارجين مع (IgE) .

٢ . تستعمـل بعض الادويـة لمنـع طرح الحبيبـات من الخـلايـا البـدينـة مثـل مـادة الصوديوم كروموكلاكيت Sodium Cromoglycate .

٣ . تستعمل مضـادات الهستـامين التي تمنع اتصـال الهستـامين مع مستقبلاتـه الخـاصـة في خلايا الجسم مثل خلايا الاوعية الدموية والقصبات الهوائية .

الفصل الخامس

الجهاز القلبي الوعائي

المقدمة .

القلب :

- مكونات القلب
- التركيب الدقيق لالياف القلب
- مضخة القلب
- تكوين الدفعة القلبية
- فعل كامن العضلة القلبية
- مخطط كهربائية القلب
- الدورة القلبية
- النتاج القلبي
- اصوات القلب
- تنظيم اداء القلب

الاوعية الدموية :

- انواع الاوعية الدموية
- النبض الشرياني
- ديناميات الدم
- ضغط الدم
- قياس ضغط الدم
- العوامل التي تؤثر على ضغط الدم

العوامل التي تساعد في ادامة الدورة الدموية .

الدوران خلال نواحي خاصة :

- الدوران الاكليلي
- الدوران في العضلات الهيكلية
- الدوران الجلدي

الجهاز اللمفي .

الجهاز القلبي الوعائي
Cardiovascutar System

المقدمة :

ان الجهاز القلبي الوعائي هو جهاز مغلق يتكون من قنوات (أوعية دموية) تحمل الدم من القلب الى الانسجة ثم الى القلب مرة ثانية . يتكون هذا الجهاز من الدوران المجموعي والدوران الرئوي .

ان اهم وظيفة للجهاز القلبي الوعائي هو ضخ الدم المحمل بالمواد الغذائية والاكسجين وايصاله الى مختلف خلايا الجسم وكذلك ايصال الدم الى بعض الاعضاء المتخصصة بالجسم (كالكليتين والرئتين) لازالة مخلفات عملية الاستقلاب وطرحها .

كذلك يساعد في تنظيم حرارة الجسم واستقرارها من خلال توسع الاوعية الدموية في الجلد للتخلص من الحرارة الزائدة او تقلصها للحفاظ على حرارة الجسم .

ومن الجدير بالذكر هو الاكتشاف الحديث بان القلب يعمل كغده صماء كما سيرد ذكره لاحقا .

يتكون الجهاز القلبي الوعائي من القلب والاوعية الدموية .

القلب The Heart

يعمل القلب بصورة رئيسة كمضخة لدفع الدم الى كافة اعضاء الجسم خلال الدوران المجموعي والدوران الرئوي .

يكون عمل القلب بصورة عامة ذاتيا او تلقائيا وبدون توقف . اذ ان تقلص عضلات القلب وارتخاءها يكونان مستمرين ذاتيا وبصورة منتظمة ليس بعد ان يتم قطع جميع الاعصاب المتصلة به فقط وانما حتى اذا تم تقطيعه الى قطع صغيرة .

ان معدل مايضخه القلب من الدم هو حوالي خمسة التار لكل دقيقة وقت الراحة وحوالي خمسة وعشرين لترا لكل دقيقة وقت التمرين الرياضي .

ومن الجدير بالذكر هو ان القلب يضرب او ينبض حوالي ٢٫٥ × ١٠^٩ ويضخ حوالي ٤٠٠ مليون لتر من الدم من كل بطين وبدون توقف خلال حياة الانسان .

مع تطور العلم في مجالات البحوث الطبية ثبت حديثا بان القلب يعمل كغده صماء ايضا حيث يصنع بعض الهورمونات التي لها وظائف حيويه عديدة ويفرزها . ان

الزيـادة او النقصـان في هـذه الهرمونـات عن مستواهـا الطبيعي تقترن مـع العـديـد من الامراض وخاصة تلك التي تتعلق بالقلب والاوعية الدموية كفرط ضغـط الـدم وتسـارع الاذين وعجـز القلب . ونظرا لاكتشـاف هـذا الهرمـون في الاذين وليس في البطين لـذا يسمى بـالبيبتيـد الاذيني Atriopeptin والـذي يسـاهم في زيـادة طرح البـول وافراغ الصوديوم وكذلـك يعمل على استرخـاء العضلات الملسـاء الموجودة في الاوعيـة الـدمويـة والامعاء .

وبما انه يعمل على افراغ الصوديوم لذا يسمى ايضا بـالعـامل المفرغ للصوديوم Atrial Natriuretic Factor. وقد اكتشفت عـدة اشكال (عـائلـة) من هـذه البيبتيـدات من اذين قلب الانسـان يتراوح وزنهـا الجزئي بين ٣٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ ولهـا نصف عمر يتراوح بين ٢ ـ ٣ دقيقة .

مكونات القلب

يتكون القلب وكما هـو مـوضـح في الشكل (٣٧) من اربعـة تجـاويف . الاذينين two atria (لهما جدار عضلي رقيق) والبطينين two ventricles (لهما جدار عضلي سميك) يوجـد في القلب اربعة صمامات (لمنع رجوع الدم في الاتجاه المعاكس) :ـ

١ . الصمام التـاجي mitral valve ويقع بين الاذين الايسر والبطين الايسر ويتكـون من شرفتين two cusps .

٢ . الصمام الثلاثي الشرف Tricuspid valve ويقع بين الاذين الايمن والبطين الايمن .

٣ . الصمام الابهرى aortic valve ويقع في بدايـة الشريـان الابهر الـذي يخرج من البطين الايسر . ويتكون من ثلاث شرف .

٤ . الصمام الرئوي pulmonary valve ويقع في بـدايـة الشريـان الرئـوى الـذي يخرج من البطين الايمن ، ويتكون من ثلاث شرف .

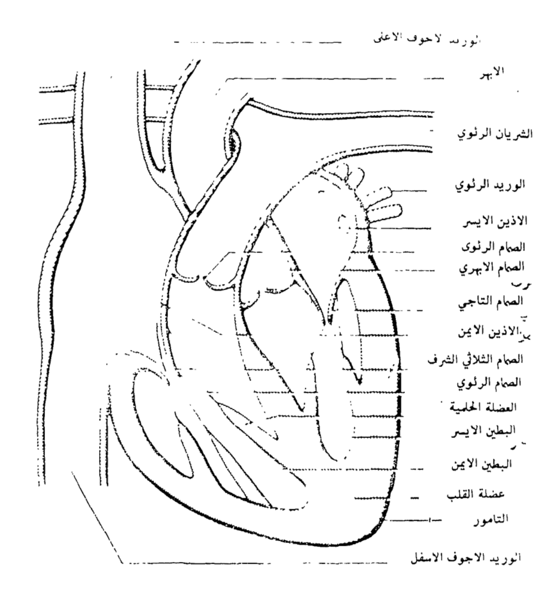
يقع القلب داخل كيس التامور pericardial sac وهو تجويف مصلي .

يتكون جدار القلب من ثلاث طبقات :

١ . الشغاف (الطبقة الداخلية) ، endocardium

٢ . عضل القلب (الطبقة الوسطى) ، myocardium

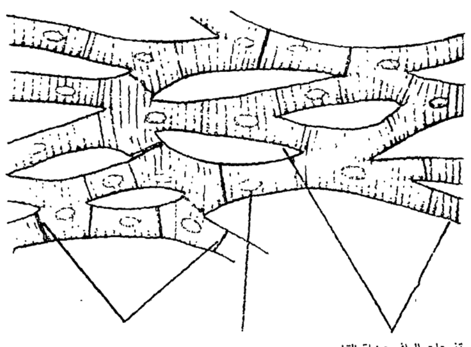
٣ . النخاب (الطبقة الخارجية) ، epicardium



الشكل (٣٧) : مكانات القلب

التركيب الدقيق لالياف عضلة القلب

تتكون عضلة القلب من نوع خاص من الالياف (الخلايا) العضلية المخططة اللاارادية كما هو موضح في الشكل (٣٨) .



عضلة القلب الشكل (٣٨)
الياف عضلة القلب

يحتوى الليف العضلي على نواة كبيرة الحجم تقع في وسط الخلية ، ويوجد احيانا اكثر من نواة واحدة . كما يحتوى الليف العضلي القلبي على متقدرات اكثر عددا واكبر حجما مما هو عليه في الالياف العضلية الهيكلية .

يكون الليف العضلي القلبي غنيا بالهيولى العضلية الغنية بالغليكوجين .

اما جهاز النبيبات المستعرضة فيه فيكون كبيرا وواضحا ويقع بمستوى الاقراص المقحمة intercalated discs في منطقة خطوط Z (Z- lines) .

تتشابه الالياف العضلية القلبية والالياف العضلية الهيكلية باحتوائها على الليفات

fibrills المتوازية والتي تتألف من الخيوط الغليظة (الميوزين) والخيوط الدقيقة (الاكتين) .

تتميز الالياف العضلية القلبية بانها تتفرع وتتلاقى وكذلك بوجود خطوط عريضة تسمى الاقراص المقحمة التي تمثل مناطق اتصال متخصصه بين نهايات الالياف العضلية القلبية . حيث يتم من خلالها انتقال الدفعات بصورة سريعة بين ليف عضلي واخر لكونها ذات مقاومة واطئة لمرور التيار خلالها . وهذه الخواص جعلت القلب يعمل وكأنه كتلة واحدة .

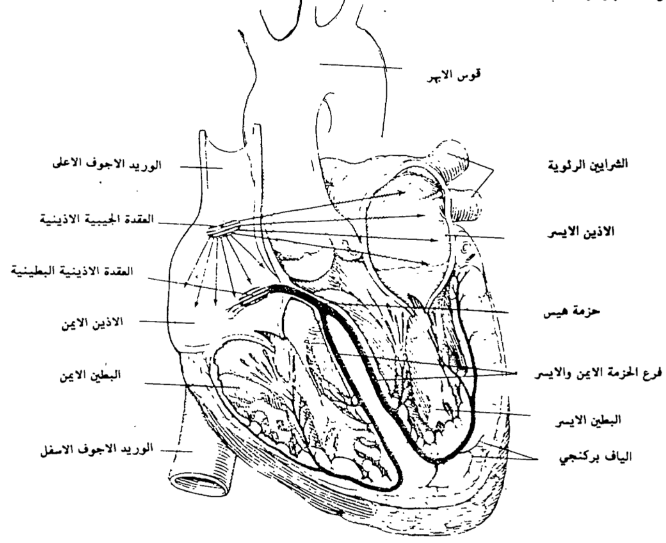
وفضلا عن الالياف العضلية القلبية النموذجية يوجد في القلب جهاز من الياف غنية بمادة الغليكوجين ، تحاط بطبقه رقيقة من النسيج الضام . ان هذه الالياف هي الياف عضلية قلبية متحورة لتتخصص في توصيل الدفعة المحفزة للانقباض من جزء الى اخر من القلب لذا تسمى بجهاز التوصيل conductive system ويتكون هذا الجهاز من العقدة الجيبية الاذينية والعقدة الاذينية البطينية وحزمة هيس وكما هو موضح في الشكل (٣٩) وكما يأتي :-

١ . العقدة الجيبية الاذينية : Sino – atrial node

والتي تقع عند مدخل الوريد الاجوف الاعلى في الاذين الايمن . ان ألياف هذه العقدة تندمج وتستمر مع الياف الاذين المحيطة بها مما يسهل من انتقال ، وانتشار الدفعات منها الى الاذينين .

ان سرعة انتشار الدفعات في الياف العضلة الاذينيه تبلغ حوالي ٣ر٠ متر / ثانية .
يتم ايصال الدفعات من الاذين الايمن الى الاذين الايسر عبر حزمه من الالياف الموصلة الرقيقة المسماة بالحزمه بين الاذينين الامامية anterior intertrial band
band حيث تبلغ سرعة ايصال الدفعات خلالها ١ متر / ثانية .

وفضلا عن ذلك فان ايصال الدفعات من العقدة الجيبية الاذينية الى العقدة الاذينية البطينية يتم بوساطة ثلاث حزم اخرى من هذه الالياف المتخصصه الموصلة وتسمى الحزم بين العقد الامامية والوسطى والخلفية .
anterior , middle and posterior internodal bundles



الشكل (٣٩) جهاز توصيل في القلب

٢ . العقدة الاذينية البطينية atrio – ventricular node

توجد في جدار الاذين الايمن قرب الحاجز بين الاذينين . ان سرعة انتقال الدفعات خلال هذه العقدة تبلغ حوالي ١ر٠ متر / ثانية . اي ان هذه العقدة تساعد في تأخير ايصال الدفعات من الاذينين الى البطينين ولهذا توفر وقتا كافيا للاذينين لتفريغ محتوياتها الى البطينين قبل ان يبدأ تقلص البطيين .

٣ . حزمة هيس Bundle of Hiss :

تخرج هذه الحزمة من العقدة الاذينية البطينية لتمتد على طول الحافه الخلفية للحاجز الفاصل بين البطينين حيث تتفرع الى كل من فرع الحزمة الايمن والايسر right and left bundle branch ثم تنشأ الياف من تلك الحزمتين لتنتشر خلال عضلة البطينين مكونة مايسمى الياف بركنجي Perkinji fibers والتي تقع تحت الشغاف . حيث منها تنتقل الدفعات الى الالياف العضلية البطينية فتؤدي الى تقلصها .

مضخة القلب

يضخ القلب الدم الى مختلف انسجة الجسم وأعضائه عبر الدوران المجموعي والدوران الرئوي .

الدوران المجموعي The systemic circulation : ان الدم القادم من الرئتين الى الاذين الايسر عبر الاوردة الرئوية الاربعة يكون مشبعا بالاكسجين . بعد نزول الدم من الاذين الايسر الى البطين الايسر يتم ضخه الى الشريان الابهر ثم الى الشرايين فالشرينات ثم الاوعية الشعرية في الانسجة (التي يتم خلالها تبادل الغازات) حيث يتم تزويد الانسجة بالاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون منها وبهذا يصبح لون الدم احمر قاتما ثم بتجميع الدم في الوريدات ثم الاورده ليصب في الاذين الايمن عبر الوريد الاجوف الاعلى والوريد الاجوف الاسفل Superior and inferior venacava .

الدوران الرئوي The pulmonary circulation : ان الدم العائد الى الاذين الايمن يدخل الى البطين الايمن ثم يتم ضخه عبر الشريان الرئوي الى الرئتين حيث يتم ازالة ثاني اكسيد الكربون منه وتزويده بالاكسجين ولذا يصبح لون الدم احمر قانيا . ثم يتجمع الدم من الرئتين ليعود بوساطة اربعة اورده رئوية الى الاذين الايسر .

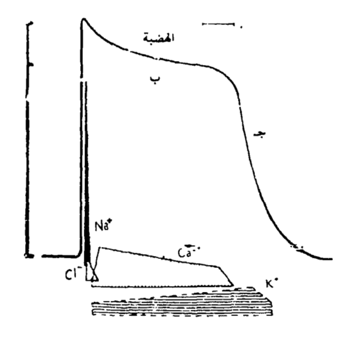
تكوين الدفعة القلبية :

ان كل جزء من اجراء جهاز التوصيل له القابلية على توليد الدفعات ولكن سرعة توليد هذه الدفعات تختلف من جزء الى آخر حيث تكون اسرعها (بمعدل حوالي ٧٠ ـ ٩٠ دفعة / دقيقة) في العقدة الجيبية الاذينية وابطأها في تفرعات بركنجي (٣٠ ـ ٤٠ دفعة / دقيقة) ، نظرا لسرعة تكون الدفعة في العقدة الجيبية الاذينية فانها تنتقل الى باقي اجزاء القلب قبل ان تتكون اي دفعة اخرى من باقي اجزاء جهاز التوصيل . وبهذا تمنع تكون اي دفعة اخرى في هذه الاجزاء ، ولذلك سميت العقدة الجيبية الاذينية بناظم القلب Cardiac Pacemaker .

فعل كامن العضلة القلبية :

يبلغ كامن الراحة للعضلة القلبية حوالي ٨٠ ميلي فولت .

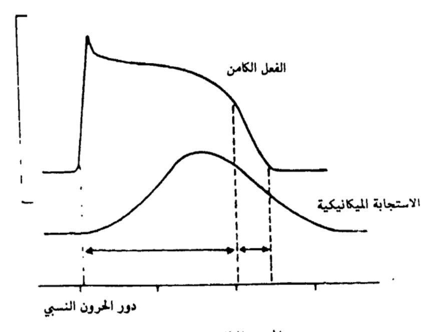
عند وصول الدفعة (المنبه) الى العضلة القلبية يحدث الفعل الكامن فيها وعلى المراحل الاتية م كا هي موضحة في الشكل (٤٠) .



الشكل (٤٠) : فعل كامن العضلة القلبية .

اولا : ازالة الاستقطاب (أ) Depolarization : تحدث نتيجة للزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد الصوديوم وتشابه هذه المرحلة تلك التي تحدث في فعل كامن العضلات الهيكلية والاعصاب والتي تستغرق حوالي ٢ ميلي ثانية .

ثانيا : مرحلة اعادة الاستقطاب Repolarization : تكون بطيئه في بدايتها مكونة مايسمى بالهضبة (ب) Platean . حيث تحدث هذه نتيجة الزيادة البطيئة والتدريجية في نفوذية الغشاء لشوارد الكلسيوم مما يسبب اطالة في دور الحرون (تصل الى حوالي ٢٠٠ ميلي ، ثانية) وتسمى هذه الفترة بدور الحرون المطلق كما في الشكل (٤١) . اذ ان خلال هذه الفترة لاتستجيب العضلة القلبية لاي منبه اخر ولهذا تتفادى العضلة القلبية التقلص الكزازي والتعب . ثم تتبع الهضبة مرحلة اعادة الاستقطاب السريعة (جـ) والتي تنتج بسبب الزيادة المتأخرة في نفوذية الغشاء لشوارد البوتاسيوم . في المراحل الاخيرة في هذا الجزء يمكن تنبيه العضلة القلبية اذا تعرضت الى منبه قوى جدا وتسمى هذه الفترة بدور الحرون النسبي .



الشكل (٤١)

علاقة فعل كامن العضلة القلبية مع استجابتها الميكانيكية

ان الياف جهاز التوصيل تتصف بعدم استقراريتها (اي عدم استقرار اغشية أليافها لنفوذ الشوارد وخاصة شوراد الصوديوم والبوتاسيوم) والتي تؤدي الى تولد الدفعات الذاتية automaticity والتي تتصف بكونها منتظمة rhythmiciy .

مخطط كهربائية القلب Electrocadiogram (ECG)

ان نشوء الدفعات من العقدة الجيبية الاذينية وانتشارها الى الالياف العضلية القلبية في الاذينين ثم البطينين يرافقه نشوء فعالية كهربائية (تغير في الفولتية الكهربائية) التي تنتشر من القلب الى الانسجة المحيطه به والتي يمكن قياسها من سطح الجسم بوساطة جهاز حساس جدا يدعى ماكنه تخطيط كهربائية القلب electro – cardiographic machine والذي يرسم مخطط لكهربائية القلب (تغير للوسع الكهربائي) خلال الدورة القلبية (ECG) .

يمكن تسجيل المخطط بوساطة المسرى الفعال أو المستقصي active or exploring electrode الذي يتصل أو يرتبط بمسرى سادر indifferent electrode الذي يكون ذا وسع كهربائي يساوي صفرا ولذلك يدعى هذا التسجيل بالتسجيل ذي القطب الواحد unipolar recording .

او يتم قياس كهربائية القلب او تسجيلها باستعمال مسريين فعالين ولذلك يدعى هذا النوع من التسجيل بالتسجيل ذي القطبين Bipolar recording .

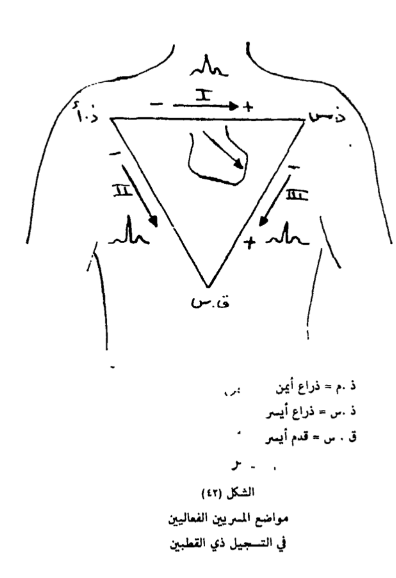
القياس باستعمال الاتجاه ذي القطبين Recording using Bipolar leads

يربط المسار بالاطراف كما في الشكل (٤٢) حيث يكون القياس بالصيغ الاتية :

الاتجاه الاول Lead I : يربط القطب الموجب بطرف الذراع الايسر والقطب السلبي بطرف الذراع الايمن .

الاتجاه الثاني Lead II : يربط القطب الموجب بالساق اليسرى والقطب السلبي بطرف الذراع الايمن .

الاتجاه الثالث Lead III : يربط القطب الموجب بالساق اليسرى والقطب السلبي بطرف الذراع الايسر .

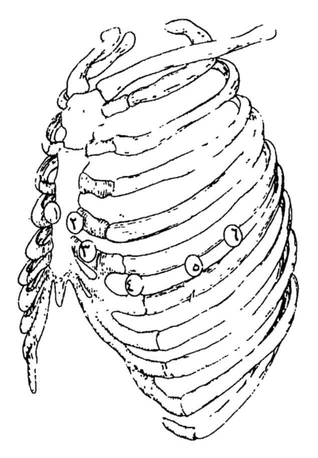


الشكل (٤٢)
مواضع المسريين الفعاليين
في التسجيل ذي القطبين

القياسات باستعمال الاتجاهات ذات القطب الواحد :

Recording Using the Unipolar Leads : ومن هذه القياسات :

أ . الاتجاهات الصدرية احادية القطب (ذات القطب الواحد) Unar chest يتم تسجيل هذا المخطط من جدار الصدر حيث يوضع المسرى الفعال في المواضع الاتية وكما هي موضحة في الشكل (٤٣) .



الشكل (٤٣١) : موضع المسرى الفعال في القياسات احادية القطب الصدرية .

١ . في الحيز الرابع بين الاضلاع وبصورة مباشرة الى يمين عظم القص (V_1) .
٢ . في الحيز الرابع بين الاضلاع وبصورة مباشرة الى شمال عظم القص (V_2) .
٣ . في منتصف المسافة بين V_2 و V_1 اي يمثل (V_3) .
٤ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى خط وسط الترقوه (V_4) .
٥ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى الخط الابطي الامامي الايسر (V_5) .
٦ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى الخط الابطي الاوسط الايسر (V_6) .
ب . الاتجاه الطرفي احادى القطب Unipolar limb leads

عند استعمال هذا النظام من التخطيط يكون موضع المسرى الفعال كالاتي :

١ . في الذراع الايمن (VR) . اي يكون المسرى متجه للذراع الايمن .

٢ . في الذراع الايسر (VL) . اي يكون المسرى متجة للذراع الايسر .

٣ . في القدم الايسر (VF) . اي يكون المسرى متجه للقدم الايسر .

وبعد التحوير في هذا القياس تم الحصول على تضخيم augmentation فولتية التخطيط ولهذا سميت aVF و aVF و aVR .

المخطط النظامي Normal ECG :

ان الموجات والانحرافات عن الخط الكهرساوى isoelectric line الموضح في الشكل (٤٤) ناتجه عن انتشار الدفعات عبر مناطق مختلفة من القلب خلال الدورة القلبية . ويتكون المخطط الطبيعي من الموجات (P , QRS , T, Waves) :

موجة P : تنتج من ازالة استقطاب الاذينين Atrial depolarization

موجة QRS : تنتج من ازالة استقطاب البطينين Ventricular depolariztion

موجة T : تنتج عند عودة استقطاب البطينين ، Ventricular replarization

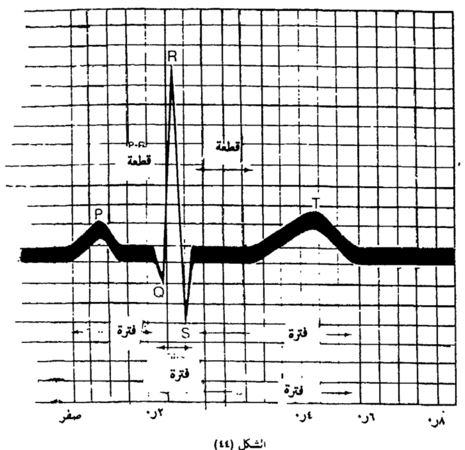
بعض فوائد مخطط كهربائية القلب :

١ . معرفة عدد نبضات القلب (سرعة القلب Heart rate) وهل هي منتظمة النظم normal rhythme ام يوجد خلل أو اضطراب النظم arrhythmias أو اضطراب في السرعة disorder of the rate .

٢ . معرفة وجود اضطراب في جهاز التوصيل Disorder of conduction system وخاصة البطيء في عملية توصيل الدفعات الناشئة من العقدة الجيبية الاذينية الى البطينين .

٣ . التعرف على بعض الامراض التي تصيب القلب . كضخامة العضلات القلبية (الاذينية او البطينية) ، أو توسع احد تجاويف القلب ، أو قصور الدورة الدموية الاكليلية التي ينتج عنها الذبحة الصدرية angina Pectoris أو احتشاء عضلة القلب myocardial infarction .

٤ . معرفة التغيرات التي تحدث في شوارد الدم مثل شوارد الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم .



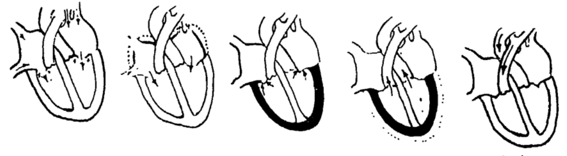
الشكل (٤٤)

المخطط الطبيعي لدقة قلبية واحدة

الدورة القلبية The Cardiac Cycle

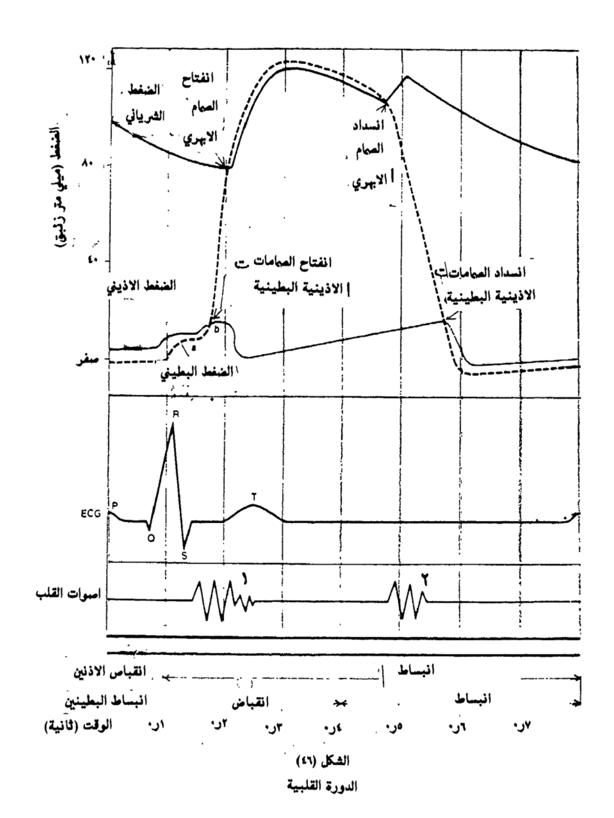
تصاحب الدورة القلبية تغييرات في حجم القلب وضغطه وكما هي موضحة في الشكل (٤٥) في بداية الدورة القلبية اي خلال مرحلة نهاية الانبساط Late diastole يمتلئ القلب بالدم الوريدي . حيث يتم ايضا خلال هذه الفترة دخول ٧٠ ٪ من الدم المالئ للبطينين عن طريق الامتلاء المنفعل (Passive filling) يعقب هذه الفترة تقلص الاذينين atrial systole الناتج عن زوال استقطاب عضلاته بعد ان تصل اليها الدفعات المنبعثة من العقدة الجيبية الاذينية . حيث ان التقلص الاذيني يعمل على دفع البقية الباقية من الدم الى البطينين عبر الصامات الاذينية البطينية atrio – Ventricular valves . وبعد ان

تصل الدفعات الى الالياف العضلية البطينية يزال استقطابها كأستعداد للتقلص . في بداية تقلص (انقباض) البطين ventricular systole تكون الصامات الاربعة مغلقة اي يتم تقلص البطينين على الدم الذي بداخلها وتسمى هذه فترة التقلص البطيني اسوي الحجم isovolumetric ventricular contraction وهذه الفترة تكون قصيرة جدا (٠٥ر٠ من الثانية) . اذ تكون عضلات البطين في هذه الفترة متوترة ولكن بدون تغير في طول الالياف العضلية ولذلك يرتفع ضغط البطين ولكن يبقى حجمه ثابتا ، وتنتهي هذه الفترة عندما يزيد ضغط البطين الايسر على الضغط الانبساطي داخل الشريان الابهر (٨٠ ميلي متر زئبق) وضغط البطين الايمن يزيد على الضغط الانبساطي داخل الشريان الرئوي (١٠ ميلي متر زئبق) . وينتج عن ذلك أنفتاح صامي الابهر والرئوي حيث يندفع الدم خلالهما بسرعة كبيرة اي يكون القلب في مرحلة قذف طور الانقباض ejection systolic phase . عند ابتداء هذه المرحلة يكون الضغط داخل البطينين قد وصل الى اعلى حد أي حوالي ١٢٠ ميلي متر زئبق في البطين الايسر وحوالي ٢٥ ميلي متر زئبق في البطين الايمن (كما في الشكل ٤٦) .



الشكل (٤٥)

جريان الدم مع التغييرات الحاصلة في القلب خلال الدورة القلبية



الشكل (٤٦)

الدورة القلبية

يكون اندفاع الدم وتدفقه سريعا في بداية طور القذف ejection phase ثم يقل ويتباطأ تدريجيا عند قرب انتهاء الانقباض البطيني . ثم ينتهي تدفق الدم مع انغلاق الصامين الابهري والرئوي .

ان حجم الدم المتدفق من كل بطين في ضربه واحدة يسمى حجم الضربة stroke volume يتراوح في وقت الراحة بين ٧٠ ـ ٩٠ ميلي لتر وهذا يمثل ٦٥ ٪ من حجم الدم المالئ للبطين في نهاية مرحلة الانبساط البطيني والذي يسمى حجم دم البطين نهاية الانبساط end diastolic ventricular blood volume .

وبعد انتهاء طور القذف يترك حوالي ٥٠ ميلي لتر من الدم داخل كل بطين (اي في نهاية الانقباض) ويسمى هذا الحجم من الدم المتبقي حجم دم البطين نهاية الانقباض end systolic ventricular blood volume

تعقب نهاية انقباض البطين فترة ارتخاء البطين ventricular relaxation او فترة الانبساط البطيني ventricular diastole . في بداية هذه الفترة يهبط ضغط الدم بسرعة بينما يبقى الحجم ثابتا وتدعى هذه الفترة الارتخاء البطيني اسوي الحجم isovolumetric ventricular relaxation اذ تكون في هذه الفترة الصمامات الاربعة مغلقة . تنتهي هذه الفترة عندما يصبح الضغط البطيني اقل مما وهو عليه في الاذينين لذا تنفتح الصمامات الاذينية البطينية (التاجي وثلاثي الشرف) ليبدأ امتلاء البطينين . حيث يكون الامتلاء في البداية سريعا تعقبها فترة امتلاء بطيئة لاقتراب الدورة القلبية التالية .

فضلا عن امتلاء معظم البطينين خلال فترة الانبساط البطيني فان عضلات القلب سوف تتمتع بالراحة وكذلك يتم خلال هذه الفترة ضخ الدم عبر شرايين الدوران الاكليلي .

النتاج القلبي Cardiac output

ان النتاج القلبي يمثل كمية الدم الذي يضخ من البطين الايسر الى الشريان الابهر في الدقيقة الواحدة . بما ان القلب يضخ حوالي ٨٠ ميلي لتر من الدم في كل ضربه (حجم الضربة) وان عدد الضربات للقلب بالدقيقة (سرعة القلب) حوالي ٧٠ ضربة بالدقيقة لذا فان النتاج القلبي بالدقيقة الواحدة يساوي حاصل ضرب حجم الضربة × سرعة القلب ويساوى ٥ ـ ٦ التار .

يتضح من ذلك بان النتاج القلبي يعتمد على عاملين رئيسين وهما حجم الضربة وسرعة القلب .

خلال التمرين الرياضي تزداد سرعة دقات القلب مع الزيادة في حجم الضربة مما يؤدي الى الزيادة في النتاج القلبي (٤ ـ ٥) أضعاف الكمية الطبيعية اي قد يصل النتاج القلبي الى ٢٥ لترا موازنه مع ٥ ألتار وقت الراحة .

كذلك يتغير النتاج القلبي بتغير حجم الانسان أي انه يزداد مع الزيادة في مساحة الجسم السطحية . لذا فان النتاج القلبي يدعى احيانا المنسب القلبي Cardiac index الذي يمثل النتاج القلبي لكل متر مربع من سطح الجسم . والقيمة الطبيعية للمنسب القلبي للانسان حوالي ٣ لتر / دقيقة / متر مربع .

اصوات القلب Heart Sounds

خلال الدورة القلبية تحدث اهتزازت داخل القلب ناتجة عن انسداد الصمامات والتي تؤدي الى حدوث اصوات من الممكن سماعها عند وضع السماعة Stethoscope على جدار الصدر فوق القلب وخاصة في منطقة ضربة القمة apex beat .

يسمع في الحالات الطبيعية عادة صوتان متميزان يفصلان بفترة زمنية قصيرة ثم تتبع بفترة توقف اطول قليلا ويمكن وصف هذه الاصوات بـ لب ، دب ، لب ، دب dub,lub,dub

اذ ان اي زيادة في ضغط الدم سوف تمط هذا الجيب وبالتالي تحفز مستقبلات الضغط . حيث تنتقل الدفعات من هذه المستقبلات خلال العصبونات الحسية للعصب التاسع . ثم تنبه هذه الدفعات مركز مثبط القلب وتثبط مركز مسرع القلب فينتج عن ذلك دفعات تنشأ من مركز مثبط القلب تنتقل خلال العصب العاشر الى القلب والتي تقلل من سرعة ضربات القلب وقوة تقلصه ، مسببة قلة في النتاج القلبي وقلة في ضغط الدم الشرياني مما ينتج عنه اعادة ضغط الدم الى وضعه الطبيعي .

اذا حدث نقصان في ضغط الدم ففي هذه الحالة يحدث العكس حيث لاتتولد دفعات من المستقبلات في الجيب السباتي الى مركز مثبط القلب ولهذا يكون عمل مركز مسرع القلب حرا مما يتيح له ارسال الدفعات المحفزه التي تسرع ضربات القلب وتزيد قوة تقلصه والتي ينتج عنها اعادة ضغط الدم الى وضعه الطبيعي .

يتضح ان فائدة هذه المستقبلات هي المحافظة على ابقاء المعدل الطبيعي لضغط الدم ثابتا كالذي يحدث في حالة تغير موضع الجسم كالذي يحدث في حالة الوقوف من وضع الاستلقاء .

ب . المنعكس الابهري Aortic Reflex : لهذا المنعكس علاقة مع ضغط الدم المجموعي العام general systemic blood pressure .

تقع مستقبلات هذا المنعكس في جدار قوس الابهر وآلية عملها تشبه آلية عمل منعكس الجيب السباتي وكما هو موضح في الشكل (٤٨) .

جـ . المنعكس الاذيني Atrial reflex أو منعكس القلب الايمن Right heart reflex .

يتحسس هذا المنعكس للتغير في ضغط الدم الوريدي . توجد مستقبلات الضغط لهذا المنعكس في كل من الوريد الاجوف الاعلى والاسفل superior and inferior vena cava وفي الاذين الايمن وكما هو موضح في الشكل (٤٩) .

اذ أن سماع الصوت « لب » يكون متزامنا مع انسداد الصمامين التاجي والثلاثي الشرف في بداية مرحلة انقباض البطين ، ويدعى هذا الصوت القلب الاول First heart sound . اما سماع « دب » فيكون متزامنا مع انسداد الصمامين الابهرى والرئوي في نهاية مرحلة انقباض البطين وهذا الصوت يمثل صوت القلب الثاني Second heart sound

توجد اصوات من الصعب جدا سماعها بوساطة السماعه في الحالة الطبيعية للقلب ولكن من الممكن سماعها او تسجيلها بوساطة جهاز مخطاط اصوات القلب Phonocardiogram . مثل صوت القلب الثالث Third heart sound الذي ينتج من تذبذب الدم بين جدران البطينين عندما يمر من الاذينين الى البطينين في مرحلة انبساط البطينين (بداية الثلث الوسطي من الانبساط) . وصوت لقلب الرابع او صوت القلب الاذيني Atrial heart sound (Fourth Heart sound) ذو تردد قليل جدا . يحدث هذا الصوت عند تقلص الاذينين واندفاع الدم الى البطينين الذي يتولد عنه اهتزازات كما في الصوت الثالث .

نفخات القلب Cardiac Murmers

يكون جريان الدم في القلب صامتا . ولكن عند حدوث مرض لاي صمام من صمامات القلب كالتضيق Stenosisفان جريان الدم عبره يكون مضطربا مسببا حدوث صوت يدعى النفخة . كذلك قد يسبب المرض عدم انغلاق الصمام بصورة تامة تاركا فتحة صغيرة يندفع خلالها الدم بالاتجاه المعاكس تسمى القلس regurgitation مولدا النفخة .

الصمام valve	الشذوذ abnormality	[illegible] وقت [illegible] timing of murmer
الابهرى او الرئوي	التضيق stenosis	الانقباض systole
	القلس regurgitation	الانبساط diastole
التاجي او ثلاثي المصاريع	التضيق	الانقباض
	القلس	الانبساط

نفخات القلب

ان النفخة التي تحدث خلال الانقباض البطيني تدعى بالنفخة الانقباضية systolic murmer والنفخة التي تحدث خلال الانبساط البطيني تدعى بالنفخة الانبساطية diostolic murmer كما هو موضح في الجدول الآتي .

تنظيم اداء القلب

Regulation of cardiac performance

توجد عدة عوامل تنظم أداء القلب :

١ . التنظيم المستقل autonomic regulation

ويعتبر اهم تنظيم لعمل القلب وادائه والذي يتم من خلال الجهاز العصبي المستقل ، وكما هو موضح في الشكل (٤٧) .

توجد في البصلة مجموعة من العصبونات تدعى مركز مسرع القلب Cardioacceleratory center. تخرج من هذا المركز الياف وديه تنحدر لتمر في احدى

مسالك النخاع الشوكي ومنها تخرج عن طريق الاعصاب القلبية المسرعة cardiac accelertory nerves لتعصب العقدة الجيبية الاذينية والعقدة الاذينية البطينية وجزء من عضل القلب .

عند تنبيه مركز مسرع القلب يرسل دفعات عبر الالياف الودية والتي تسبب افراز مادة نورا بينفرين norepinephrine التي تزيد من سرعة ضربات القلب وكذلك من قوة تقلص عضلته ·

تحتوي البصلة ايضا على مجموعة من العصبونات التي تكون مركز مثبط القلب Cardioinhibitory Center · تنشأ من هذا المركز الياف لاودية تصل الى القلب عن طريق العصب المبهم لتزود العقدة الجيبيه الاذنينيه والعقدة الاذينيه البطينيه · عند تنبيه هذا المركز يرسل دفعات من خلال الالياف اللاوديه مسببا افراز مادة الاسيتيل كولين التي تبطيء من سرعة ضربات القلب وتقلل من قوة تقلص عضلته ·

مما سبق ذكره يتضح بأن تأثير الجهاز العصبي المستقل يكون مسرعاً (وديا) او مثبطاً (لاوديا) ·

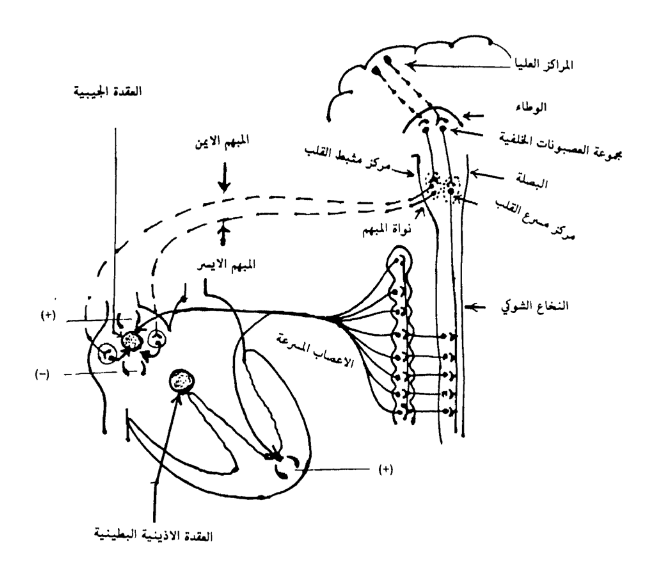
تنتقل الدفعات العصبية الحسيه من المستقبلات الموجودة في مختلف اجزاء الجهاز القلبي الوعائي الى المراكز في البصله . وبهذا تحدث الموازنة المستقرة عن طريق التحفيز والتثبيط .

ان بعض الخلايا العصبية لها القابلية على الاستجابه للتغير الحاصل في ضغط الدم وتسمى مستقبلات الضغط Pressre receptors or Baroreceptors تؤثر هذه المستقبلات على سرعة ضربات القلب والتي تشمل ثلاث منعكسات وهي منعكس الجيب السباتي ومنعكس الابهر ومنعكس الاذين .

أ . منعكس الجيب السباتي Carotid sinus reflex :

ان الجيب السباتي carotid sinus هو توسع صغير في الشريان السباتي الباطني internal carotid artery بعد تفرعه مباشرة من الشريان السباتي الاصلي Common carotid artery . يوجد في جدار الجيب السباتي مستقبلات الضغط وكما هو موضح في الشكل (٤٨) .

عند الزيادة في ضغط الدم الوريدي تتحسس مستقبلات هذا المنعكس فترسل دفعات تنبه مركز مسرع القلب حيث ينتج عن ذلك زيادة في سرعة ضربات القلب وقوة تقلصه ، وهذا المنعكس يسمى بمنعكس بينبرج Bainbridge reflex .



+ = منبه
- = مثبط

الشكل (٤٧)
التنظيم المستقل للقلب

٢ . التنظيم داخلي المنشأ لاداء القلب (التنظيم الذاتي) :

Intrinisic regulation of cardiac performance (Autoregulation) :

مثلما للقلب القابلية الذاتية الوراثية لتكوين الدفعة التي تنتج عنها نبضة القلب حتى في غياب (قطع) التعصيب عنه ، فان له القابلية الذاتية ايضا للتأقلم (التلاؤم) مع مختلف دينميات الدم . يكون هذا التأثير واضحا عندما يتعرض الحيوان (كالكلب) الى تمرين (جهد) رياضي والذي ينتج عنه زيادة في النتاج القلبي استجابة للتمرين ، على الرغم من قطع التعصيب عن القلب .

أن آلية التلاؤم القلبي الداخلي المنشأ intrinisic cardiac adaptiv mechanism تشمل التنظيم مغايرالطول والتنظيم مماثل الطول وكما سبق ذكرها .

٣ . العوامل الكيمياوية Chemical factors :

توجد عدة مواد كيمياوية في الجسم تؤثر على فعالية القلب . فالابينفرين Epinephrine الذي ينتجه لب الكظر Adrenal medulla كأستجابة للتنبيه الودي مثلا ،يؤدي الى الزيادة في استثارة العقدة الجيبية الاذينية مما يؤدي الى الزيادة في تسارع ضربات القلب وزيادة قوة تقلصه .

ان الزيادة في معدل شوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم يؤدي الى النقصان في ضربات القلب وقوة تقلصه . بينما الزيادة في شوارد الكلسيوم تؤدي الى الزيادة في تسارع ضربات القلب وقوة تقلصه .

٤ . الحرارة Heat :

ان الزيادة في درجة حرارة الجسم كالذي يحدث اثناء التمارين الرياضية المجهده تسبب زيادة في سرعة طرح الدفعات من العقدة الجيبية الاذينية مما يؤدي الى الزيادة في ضربات القلب .

ويسبب النقصان في درجة حرارة الجسم الذي يحدث عند التعرض للبروده الاقلال من تسارع القلب وقوة تقلصه .

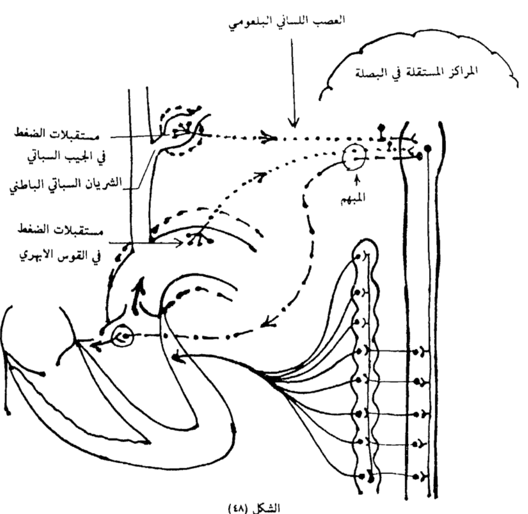
٥ . الانفعالات Emotions :

ان الانفعالات القوية مثل الخوف والقلق تزيد من سرعة القلب ولكن بعض الحالات العقلية مثل الكآبه والحزن تحفز عادة مركز مثبط القلب والتي تؤدي الى

الاقلال من سرعة القلب . علما بانه في حالة النوم (الراحة ، الجسمية والعقلية) تقل سرعة القلب معدل ١٠ ـ ٢٠ ضربه بالدقيقة .

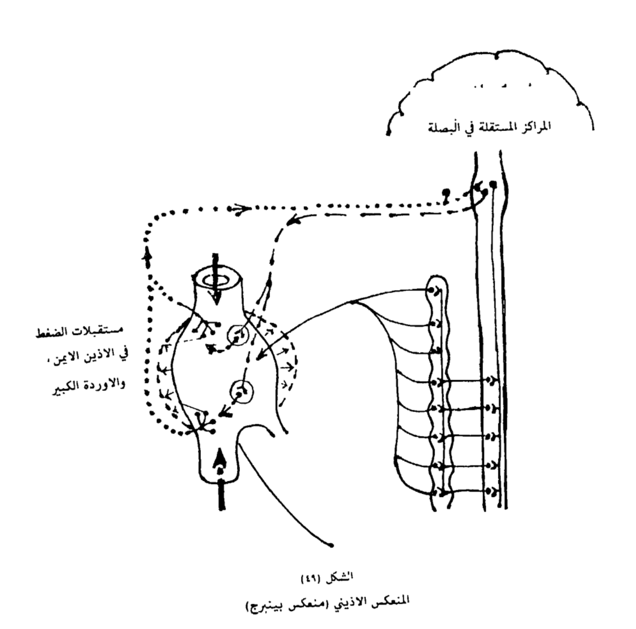
٦ . الجنس والعمر Sex and Age :

تكون سرعة القلب عادة عند النساء اكثر من الرجال . كذلك تكون سرعة القلب اكثر عند حديثي الولاده وتقل تدريجيا مع تقدم العمر حتى تصل الى معدلها الطبيعي في مرحلة البلوغ وتقل احيانا عن هذا المستوى في سن الشيخوخه .



الشكل (٤٨)

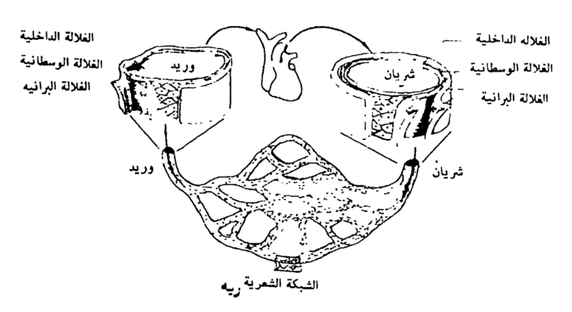
منعكس الجيب السباتي ومنكس القوس الابهري



الشكل (٤٩)
المنعكس الاذيني (منعكس بينبرج)

الاوعية الدموية Blood Vessels

توجد ثلاثة انواع من الاوعية الدموية وهي الشرايين والشعيرات الدموية والاوردة ، كما هو موضح في الشكل (٥٠) .



الشكل (٥٠)
الاوعية الدموية

الشرايين arteries : تحمل الدم المحمل بالاكسجين من القلب الى انسجة الجسم المختلفة . وتكون جدرانها اسمك من الاوعية الاخرى . وتتكون من ثلاث غلائل من الانسجة :ـ

١ . الغلالة الداخلية او الجوانية Tunica intima . وتتكون من ثلاث طبقات : الطبقة الداخلية او طبقة الخلايا البطانية التي تبطن الشرايين ، وتليها طبقه من النسيج الضام الرقيق ثم تليه طبقه مرنه elastic layer تتكون من شبكه من الالياف المرنه .

٢ . الغلالة الوسطانية Tunica media : والتي تتكون بصورة اساسية من الالياف العضلية الملساء فضلا عن الياف مغراوية Collagenous ومرنه .

٣ . الغلالة البرانية Tunica adventitia : وتتكون من نسيج ضام رخو Loose connective tissue مع حزم من الالياف العضلية الملساء والنسيج المرن .

يعتبر الابهر اكبر شرايين الجسم وهو يبدأ من البطين الايسر للقلب . ثم يتفرع الى فروع اصغر فأصغر . ان أصغر الفروع الشريانية تدعى الشرينات .

في الشرايين الصغيرة تقل كمية النسيج المرن وتزداد كمية الالياف العضلية الملساء بصورة نسبيه وهذه الحقيقة تكون واضحة اكثر في الشرينات .

الشعيرات

ان جدران الشعيرات تتكون من طبقة من الخلايا البطانية endothelial cells والتي هي استمرار للخلايا البطانية للشرايين والاورده والقلب . ان الشعيرات التي تزود انسجة الجسم تترتب على شكل شبكات متباينة الحجم . واذا تم توصيل نهايات هذه الشعيرات بعضها مع البعض لكونت انبوبا طوله حوالي ٦٢٠٠٠ ميل .

ان العمل والوظيفة الاساسية للدم تتم من خلال الفراش الشعيرى capillary bed والتي من خلالها يتم تبادل مختلف المواد بين الدم وخلايا الجسم.

الاوردة Veins :

تقوم بحمل المستقلبات والمواد الاخرى (كالمواد الغذائية من السبيل الهضمي) الى القلب .

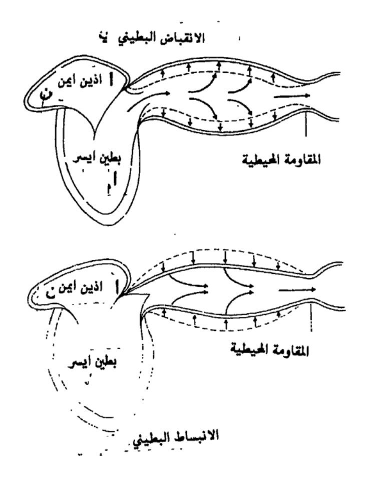
تتكون جدران الاوردة من ثلاث غلائل كما هو موجود في جدران الشرايين . ولكن تختلف عنها حيث تكون الغلالة الوسطى في الاوردة رقيقة او ضئيلة . كذلك تحتوى الاوردة على كمية قليلة من النسيج المرن العضلي . واذن فان تركيب جدار الاوردة بصورة عامة يحتوى على نسيج ضام اكثر من النسيج العضلي ، وهذا مما يؤدي الى سهولة في قابليتها على الانضغاط ، وكذلك قابليتها على التوسع (التمدد) وهذه الخاصية تجعل الاوردة تعمل بوصفها مستودعا للدم . وبذلك تحتوى الاوردة كمية من الدم مقدارها ٤ ـ ٥ اضعاف ماهو موجود في الشرايين المناظرة لها .

للاوردة ايضا خاصية متميزه وهي احتواؤها على الصمامات والتي يتلخص عملها بالسماح للدم بالمرور باتجاه القلب ومنعه من الرجوع بالاتجاه المعاكس .

ان حركة الدم في الاوردة تكون بطيئة ويساعد التقلص العضلي على رجوع الدم الى القلب .

النبض الشرياني Arterial pulse

عندما يندفع الدم في الشريان الابهر خلال انقباض البطين الايسر فانه يسبب في تكوين موجه تنتج عن توسع جدار الابهر وكما هو موضح في الشكل (٥١) وهذه الموجة تنتقل على طول الشرايين . ان تحسسن هذا التوسع يدعى بالنبض Pulse .



الشكل (٥١) موجة النبض الشرياني

تكون سرعة انتقال الموجة بطيئة في الابهر (٤ متر / ثانية) وتزداد سرعتها تدريجيا كلما قل قطر الشريان الذي تنتقل خلاله ، حيث تبلغ سرعتها في الشرايين الصغيرة ١٦ متر / ثانية .

كذلك تزداد سرعة انتقال الموجة كلما زاد تصلب الشرايين كالذي يحصل في حالة تقدم العمر .

يتم حساب عدد النبضات في الدقيقة الواحدة بصورة عامة من منطقة الرسغ بوساطة وضع نهاية اصابع اليد على الشريان الكعبرى مباشرة وتحسس هذه النبضات .

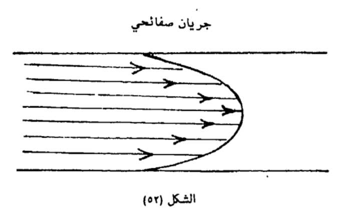
تكون النبضات ضعيفة في حالة الصدمات Shocks وعلى العكس تصبح قوية ومتضخمة في حالة التمرين الرياضي .

ديناميات الدم (حركة الدم)Haemodynamics

ان دراسة دينميات الدم تشمل بصورة عامة جريان الدم وضغط الدم والمقاومة لجريان الدم .
ان بعض القوانين الفيزياوية للسوائل توضح مايحدث لحركة الدم خلال الدوران وكذلك العلاقة بين سرعة جريان الدم والضغط والمقاومة لجريانه .

جريان الدم Blood Flow

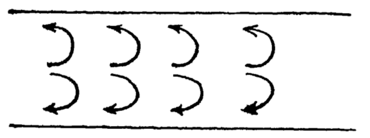
يكون جريان الدم في الاوعية الدموية صامتا مادام شكل الجريان ونوعه هو صفائحي او طبقي Laminar or streamline . وتكون اقصى سرعة جريان الدم في مركز الوعاء الدموي ثم تقل السرعة تدريجيا كلما اقترب من جدار الوعاء وكما هو موضح في الشكل (٥٢) .



الشكل (٥٢)

اما في بعض الحالات المرضية التي ينتج عنها انسداد جزئي او تضيق في الوعاء الدموي مسببا زيادة مفاجئة في سرعة جريان الدم خلال هذا التضيق فهي تؤدي الى جريان دوامي Turbulant flow مضطرب كما في الشكل (٥٣) .

والذي يولد صوتا يدعى بالنفخة . ويستفاد من هذه الظاهرة في قياس ضغط الدم . كذلك فان سماع هذه النفخة يساعد في تشخيص بعض الامراض التي تصيب الجهاز القلبي الوعائي .



جريان دوامي

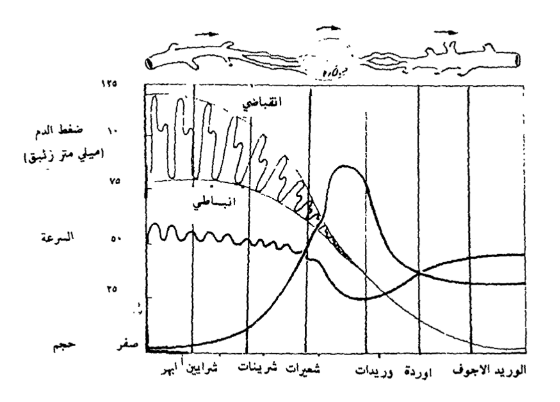
شكل (٥٣)

بما ان سرعة السائل في الانبوب تتناسب عكسيا مع نصف القطر . لذا فان سرعة الدم في منطقة معينة من الجهاز القلبي الوعائي تتناسب عكسيا مع مجموع المساحة الكلية لمقاطع الاوعية الدموية في تلك المنطقة Vascular total cross sectional area . وبما ان مجموع مساحة مقاطع الشرايين يبلغ حوالي ١٠٠ مرة اكثر من الابهر وللشعيرات الدموية حوالي ١٠٠٠ مرة اكثر من الابهر ، فان سرعة الدم تصل اقصاها في الابهر وتقل تدريجيا مع صغر الشرايين لتكون ابطأها في الشعيرات الدموية وكما هو موضح في الشكل (٥٤) .

ان البطء في حركة الدم داخل الشعيرات الدموية ذو اهمية كبيرة اذ يساعد على اعطاء الاكسجين والمواد الاخرى الضرورية لادامة استقلاب الانسجة واخذ ثاني اكسيد الكربون والفضلات الى الدم منها .

يقاس جريان الدم بوحدات الحجم لكل من وحدات الوقت ويعبر عنه عادة ميلي لتر او لتر لكل دقيقة . يبلغ جريان الدم في الجهاز القلبي الوعائي للانسان حوالي ٥٠٠٠ ميلي لتر / دقيقة والذي يدعى بالنتاج القلبي .

يستدل من قانون بسيولي Poisuilles law بان كمية الدم التي تجرى تتناسب عكسيا ، بينما مقاومة الجريان تتناسب طرديا مع القوة الرابعة لنصف قطر الانبوب . اي ان كمية الدم الجاري في وعاء دموي تصل الى الضعف عندما يزداد نصف القطر ٢٠٪ وتنخفض المقاومة الى حد ٦٪ اي بانخفاض ٩٤٪ من المقاومة الاولية .



ضغط الدم وحجمه سرعة جريانه وسرعة جريانه في مختلف الاوعية الدموية

شكل (٥٤)

العلاقة بين جريان الدم والمقاومة والضغط :

للشرينات تأثير كبير على مقاومة جريان الدم والتي بدورها لها تأثير مباشر على ضغط الدم . وتوضح هذه العلاقة بعض المعادلات الفيزياوية ومنها أوم :

$$\text{التيار} = \frac{\text{القوة}}{\text{المقاومة}}$$

ومن هذه المعادلة يتضح أن :

$$\text{الجريان} = \frac{\text{الضغط}}{\text{المقاومة}}$$

اي ان الضغط = جريان الدم × المقاومة

وبما ان جريان الدم يمثل ايضا النتاج القلبي لذا فأن :

الضغط = النتاج القلبي × المقاومة .

اي ان العوامل الرئيسة التي تؤثر على الضغط تشمل النتاج القلبي والمقاومة المحيطية لجريان الدم في الاوعية الدموية .

ان تغير لزوجة الدم Blood viscocity تؤثر بصورة طردية على المقاومة لجريان الدم ولكن بصورة قليلة موازنة مع تغير نصف قطر الاوعية الدموية وبصورة خاصة الشرينات .

ان لزوجة الدم ناتجه عن الخلايا والبلازما .

ضغط الدم Blood Pressure

يعرف ضغط بانه الضغط الذي يسلطه الدم على جدران القلب أو الاوعية الدموية .

ضغط الدم البطيني Ventricular blood pressure :

يصل ضغط الدم داخل البطين اقصاه اثناء الانقباض البطيني اي ١٢٠ ميلي متر زئبق في البطين الايسر و ٢٥ ميلي متر زئبق في البطين الايمن .

على الرغم من تساوى حجم الضربة لكلا البطينين (كمية متساوية من الدم وهي حوالي ٨٠ ميلي لتر) ولكن الفرق هو ان مقاومة الدورة الجسمية اعلى بكثير من مقاومة الدورة الرئوية . لذا فان الضغط المنتج بوساطة البطين الايسر يجب ان يكون اعلى بكثير من الضغط المنتج بوساطة البطين الايمن .

في مرحلة الانبساط البطيني يهبط الضغط الى الصفر في كلا البطينين .

ضغط الدم الشرياني Arterial blood Pressure :

يقصد به ضغط الدم داخل الابهر والشرايين الكبيرة .

بما ان الابهر متصل بالبطين الايسر واثناء الانقباض البطيني يندفع الدم الى الابهر مولدا ضغط الدم الانقباضي Systolic blood pressure والذي يكون مساويا للضغط داخل البطين الايسر أي ١٢٠ ميلي متر زئبق .

عند الاسترخاء البطيني يرافق هبوط الضغط داخل البطين الايسر انسداد الصمام

الابهر وذلك لمنع رجوع الدم الى البطين الايسر لذا لاينخفض الضغط الى الصفر اثناء الانبساط البطيني وانما يصل الى ٨٠ ميلي متر زئبق ويعرف بضغط الدم الانبساطي diastolic blood pressure . |

اي ان ضغط الدم في الابهر والشرايين الكبيرة يتراوح بين ٨٠ ـ ١٢٠ ميلي متر زئبق اثناء الدورة القلبية .

ضغط الدم الرئوي Pulmonary blood pressure

ان ضغط الدم في الشريان الرئوي المتصل بالبطين الايمن يصل اقصاه الى ٢٥ ميلي متر زئبق في الانقباض البطيني ، وينخفض الى ٨ ميلي متر زئبق اثناء الانبساط البطيني .

والسبب هو ان مقاومة الدوران الرئوي تكون اقل بكثير من مقاومة الدوران المجموعي .

ضغط الدم في الشرينات والشعيرات الدموية

Blood pressure in the arterioles and capillaries

عند مرور الدم الى الشرايين الصغيرة (الشرينات) يحدث انخفاض شديد في ضغطه ليصل الى معدل ٣٢ ميلي متر زئبق . ان سبب انخفاض الضغط في الشرينات ناتج من توزيع الدم في مساحات كبيرة (اي زيادة في المساحة السطحية لمقاطع الشرينات الكلية) التي ينتشر بها الدم حيث تبلغ حوالي ٤٠٠ سم^{٢} موازنة مع ٤٫٥ سم^{٢} للابهر (أي ان ضغط السائل يتناسب عكسيا مع قطر الوعاء الذي يجرى فيه) .

ان خاصية الانخفاض الشديد في ضغط الدم داخل الشرينات تكون مهمة وذلك لحماية الشعيرات الدموية ذات الجدران الرقيقة .

يستمر انخفاض ضغط الدم في الشعيرات الدموية لازدياد انتشار الدم في مساحات اكبر (اي ازدياد المساحة السطحية لمقاطع الشعيرات الكلية) ، والتي تبلغ حوالي ٤٥٠٠ سم^{٢} . حيث يصل ضغط الدم في النهاية البعيدة للشعيرات (اي بداية الوريدات) الى حوالي ١٥ ميلي متر زئبق .

الضغط الوريدي The Venous Pressure :

يبلغ الضغط في الوريدات Venules حوالي ١٥ ميلي متر زئبق وفي الاوردة الكبيرة خارج القفص الصدري حوالي ٥ر٥ ميلي متر زئبق . اما في الاوردة الكبيرة عند مصبها في الاذين الايمن فهو حوالي ٥ر٤ ميلي متر زئبق ويسمى بالضغط الوريدي المركزي Central venous pressure .

يتم قياس الضغط الوريدي بصورة مباشرة بوساطة قسطرة وريد الودج او بطريقة غير مباشرة وبسيطة (بدون اي جهاز) حيث يتكئ المريض في وضع ليكون فيه الصدر والرأس بانحدار زاوية ٤٥ درجة وتكون عضلات الرقبة مسترخيه ثم يلاحظ اعلى مكان يتوسع فيه وريد الودج ثم تحسب المسافة العمودية بين الاذين الايمن ومستوى اعلى منطقة متوسع فيها الوريد الودج وهذه المسافة بالسنتمترات تمثل الضغط الوريدي المركزي بالميلي متر زئبق .

قياس ضغط الدم Measurement of blood pressure

بصورة عامة عندما يذكر مصطلح ضغط الدم فقط وبدون تشخيص نوعه فيقصد به ضغط الدم الشرياني .

ان اهم الطرق السريرية لقياس ضغط الدم هي :-

الطريقة المباشرة Direct Method:

تتم هذه الطريقة بوساطة قسطرة الشريان .

بالرغم من الدقة في القياس بهذه الطريقة ولكن من الصعب جدا تطبيقها عمليا وخاصة عند المتابعة المستمرة لتغييرات ضغط الدم المرضى المصابين بفرط ضغط الدم . لذا تنحصر هذه الطريقة على دراسة بعض الحالات النادرة او الخاصة .

الطريقة غير مباشرة : Indirect method

وهي الطريقة المتبعة حاليا في حياتنا اليومية لقياس ضغط الدم وتتم على مرحلتين :

أ . طريقة الجس Palpatory method
ب . الطريقة السمعية auscultatory method

يستعمل جهاز مقياس ضغط الدم Sphygmomanometer والذي يتكون من مقياس للضغط manometer متصل بكفة قابلة للنفخ كما هو موضح في الشكل (٥٥) .

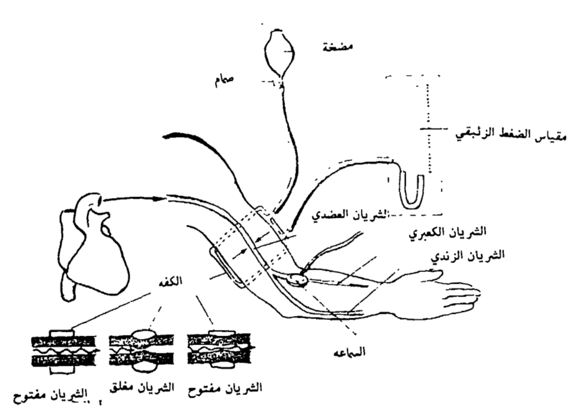
طريقة الجس : تلف الكفه حول اعلى الذراع ثم يجس النبض الكعبرى في منطقة الرسغ . تنفخ الكفة ليصل الضغط الى مستوى بحيث يختفي فيه النبض (مثلا ٢٠٠ ميلي متر زئبق) . ثم يقلل الضغط تدريجيا لحين تحسس النبض الكعبرى أوجسه فيلاحظ مستوى الزئبق عند هذا الحد لتحديد الضغط الانقباضي .

الطريقة السمعية : بعد اخذ فكره عن مستوى الضغط الانقباضي بوساطة طريقة الجس اعلاه . توضع السماعه في حفرة ثنية المرفق cubital fossa اي فوق الشريان العضدي . ثم يعاد نفخ الكفه الى حد حوالي ٢٠ ميلي متر زئبق اعلى من القراءة الاولى اذ ينقطع سماع اي صوت بوساطة السماعه (لتوقف جريان الدم في الشريان العضدي) بعد ذلك يخفض الضغط تدريجيا وحالما تسمع اصوات نتيجة ابتداء مرور الدم فان هذا يحدد مستوى الضغط الانقباضي . تنتج هذه الاصوات من الجريان الدوامي وتكون في البداية منخفضة وعلى شكل نقرات tapping تتوافق مع سرعة نبضات القلب . ثم ترتفع شدة هذه الاصوات بحده ولكن عند الاستمرار في خفض ضغط الكفه نسمع خفوتا (خمودا) فجائيا في الصوت ثم يختفي بعد ذلك (لان جريان الدم يصبح صفائحيا او طبقيا) . عند خفوت الصوت او اختفائه يلاحظ مستوى الزئبق لتحديد مستوى الضغط الانبساطي .

ان الاصوات المسموعه خلال قياس ضغط الدم تدعى اصوات كور تكوف Korotkove sounds .

يتراوح المدى الطبيعي للضغط الانقباضي عند البالغين بين (١٠٠ ـ ١٤٠) اي بمعدل ١٢٠ ميلي متر زئبق . ويتراوح المدى الطبيعي للضغط الانبساطي بين (٦٠ ـ ٩٠) ويعتبر ٨٠ ميلي متر زئبق هو المعدل . لذلك يعتبر معدل الضغط الانقباضي والانبساطي الطبيعي كما يأتي $\frac{١٢٠}{٨٠}$ ميلي متر زئبق .

في بعض الحالات المرضية يتم تسجيل ضغط الدم من منطقة الفخذ (الشريان الفخذي او المأبضي) ويسمى بضغط الدم الفخذي femoral blood



الشكل (٥٥)
قياس ضغط الدم

pressure حيث يصطجع المريض على بطنه وتستعمل في هذا القياس كفة عريضه تدعى بكفة الفخذ حيث تثبت حول الفخذ وتوضع السماعه في مركز الحفرة المأبضيه popliteal fossa وبأتباع نفس الطريقة في سماع اصوات كورتكوف في قياس ضغط الدم العضدي يتم قياس الضغط الفخذي .

ان قياس ضغط الدم الفخذي يساعد في تشخيص بعض الحالات المرضية كتضيق الابهر coarction of the aorta اذ يكون ضغط الشريان الفخذي اقل بكثير من ضغط الشريان العضدي .

العوامل التي تؤثر على ضغط الدم :

يتأثر ضغط الدم بعاملين رئيسين هما النتاج القلبي والمقاومة والمحيطية وكما هو موضح في المعادلة الاتية :

ضغط الدم = النتاج القلبي × المقاومة المحيطية

أ . المقاومة المحيطية peripheral resistance

في حالة الراحة يكاد يكون النتاج القلبي ثابتا لذلك فأن ضغط الدم يتحدد بصورة رئيسة بوساطة المقاومة المحيطية . ان مقاومة جريان الدم تكون بصورة رئيسة في الشرينات . وكما تم توضيحه سابقا فان المقاومة تتناسب عكسيا مع القوة الرابعة لنصف القطر .

وبصورة اقل مما ذكر اعلاه فأن المقاومة المحيطية تتأثر بتغير لزوجة الدم وان اهم العوامل التي تغير لزوجة الدم هو التغير في عدد كريات الدم الحمر .

اذ ان ارتفاع لزوجة الدم قد يصاحبه ارتفاع ضغط الدم وانخفاض لزوجة الدم قد يصاحبه انخفاض في ضغط الدم .

ب . النتاج القلبي :

يتأثر النتاج القلبي بفاعلية الجهاز العصبي المستقل ، اذ ان تحفيز الجهاز الودي يؤدي الى زيادة حجم الضربه وتسارع القلب بينما تحفيز الجهاز اللاودي يؤدي الى تأثير معاكس .

وفضلا عن ذلك هناك عوامل تؤثر على حجم الضربة من دون الاعتماد على التعصيب وتسمى احيانا بالتنظيم الذاتي والتي تعتمد على التنظيم مغاير الطول والتنظيم مماثل الطول وكما يأتي :ـ

التنظيم مغاير الطول Heterometric regulation:

ان هذا التنظيم يعتمد على التغير في طول الالياف العضلية القلبية .

يعتمد هذا التنظيم بصورة رئيسة على العبْ ألقبلي preload والذي يتمثل في حجم البطين في نهاية دور الانبساط اي حجم نهاية الانبساط ، وهذا الحجم يعتمد بصورة رئيسة على العود الوريدي venous return . ان العبْ القلبي سوف يحدد مدى تمدد العضلة القلبية قبيل التقلص وحسب قانون ستارنك starling 's Law الذي ينص على ان «كلما زاد امتلاء القلب خلال استرخائه كلما عظمت كمية الدم المضخوخة منه» .

التنظيم مماثل الطول Homometric regulation :

ويعتمد هذا التنظيم على التغير في تقلص (شد) الياف العضلة القلبية بحيث يبقى طولها ثابتا .

يتأثر هذا التنظيم بصورة رئيسة على العبءُ البعدي post load الذي يعتمد بدوره على التغيير في المقاومة المحيطية اي يعتمد على الحمل الذي يواجهة البطين خلال التقلص . يزداد توتر البطين خلال فترة الانقباض بازدياد العبءُ البعدي كي ينفث الدم في الابهر اي باتجاه المقاومة .

عندما يكون كل من العبءُ القبلي والبعدي ثابتين فان خاصية القوة والسرعة rate and force of contraction لتقلص عضلة القلب تعتمد على الحالة التقلصية contractility state . اذ ان التغيير في التقلصية يؤدي الى التبدل في اداء البطين ضمن حجم نهاية الانبساط .

ومن العوامل التي تؤثر على زيادة الحالة التقلصية هو زيادة كمية هرمونات الكاتيكولامين catecholamines الدائرة في الدم وكذلك بعض الادوية مثل الديجتالس Digitalis .

اما العوامل التي تقلل الحالة التقلصية فهو هبوط كمية الاكسجين في الدم كما في حالة قصور القلب او استعمال بعض الادوية مثل البربيتورات Barbiturates .

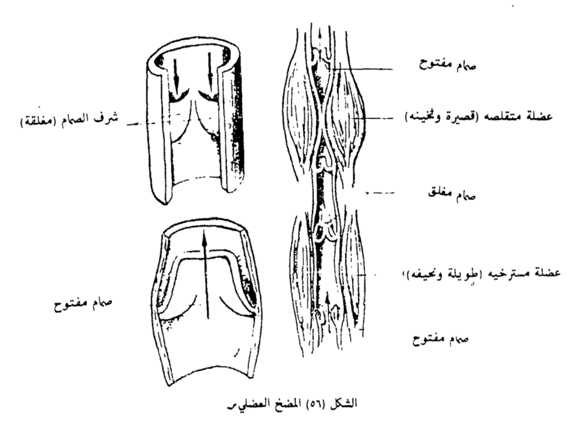
العوامل التي تساعد في ادامة الدورة الدموية :

١ . الفعل المضخي للقلب Pumping action of the heart والذي يعتبر من اهم العوامل .

٢ . انسداد الصمام الابهرى والارتداد المطاطي recoil للابهر والشرايين القريبة من القلب خلال فترة الانبساط البطيني والتي تساهم في ادامة الضغط الدموي ايضا .

٣ . المضخ العضلي . اذ ان تقلص عضلات الاطراف يضغط على الدم في الاوردة ونظرا لوجود الصمامات فيها فان المضخ العضلي يساعد على استمرار جريان الدم نحو القلب ، كما هو موضح في الشكل (٥٦) .

٤ . المضخ الصدري : اثناء عملية الشهيق وتقلص الحجاب الحاجز يتولد ضغط سلبي داخل القفص الصدري الذي بدوره يعمل كمضخه ماصه لسحب الدم الى القلب . كذلك فان تقلص الحجاب الحاجز يعمل على زيادة الضغط على الاحشاء داخل البطن مما يساهم في دفع الدم باتجاه القلب .



الشكل (٥٦) المضخ العضلي

الدوران خلال نواحي خاصة

Circulation through special regions

يتوزع النتاج القلبي الى اجزاء الجسم المختلفة في حالة الراحة عند الشخص كما هو مبين في الجدول الاتي :-

	الكبد	الكليتان	الدماغ	الجلد	العضلات الهيكلية	القلب	باقي اجزاء الجسم
جريان الدم (ميلي . لتر/دقيقة	١٥٠٠	١٢٦٠	٧٦٠	٤٧٠	٨٥٠	٢٥٠	٣٦٠١
استهلاك الاكسجين (ميلي لتر/١٠٠ ٢ غم / دقيقة)		٦	٣ر٣	٠ر٣	٠ر٢	٩ر٧	٠ر٢٠

هذا الجدول يوضح جريان الدم واستهلاك الاكسجين لاعضاء مختلفة في الجسم لاسان بالغ وزنه ٦٥ كغم ونتاجه القلبي ٥٤٥٠ ميلي لتر لكل دقيقة واستهلاك الاكسجين لجسمه ٢٥٠ ميلي لتر / دقيقة .

ان المبدأ (الجوهر) العام للجهاز القلبي الوعائي قد تم شرحه سابقا ولكن التجهيز الوعائي (الدوران) لكل عضو له خواص اضافية ومثال ذلك الدوران خلال القلب والعضلات الهيكلية والجلد .

الدوران الاكليلي Coronary circulation :

يتم تجهيز عضلات القلب بالدم بوساطة الشريانين الاكليليين (الايمن والايسر) اللذين ينشآن من الابهر قبل ان يغادر القلب .

تبلغ كمية الدم التي تجرى في الدورة الاكليلية حوالي ٢٥٠ سم^{٣} / دقيقة والتي تساوي ٥٪ من النتاج القلبي . تتضاعف هذه الكمية بمقدار ٤ ـ ٦ مرات خلال التمرين الرياضي .

ان الدم الجاري في الشريان الاكليلي الايسر يجهز بصورة عامة الجهة اليسرى من القلب (الاذين والبطين الايسر) . بينما يجهز الشريان الاكليلي الايمن الجهة اليمنى من القلب (الاذين والبطين الايمن) فضلا عن الجانب الخلفي من البطين الايسر لذا يكون الدم الذي يجرى في الشريان الايمن اكثر بقليل من الايسر .

يرجع معظم الدم من الحزم الشعرية في القلب الى الاوردة الاكليلية التي تفرغ الدم في الجيوب الاكليلية الموجودة في الاذين الايمن . علما ان قسما من الدم الوريدي يمر مباشرة من جدار القلب الى تجاويفه .

نظرا لقلة المفاغرة الشريانية arterial anastomosis في جدار القلب (وقد تعتبر احيانا معدومة) فان اي تضيق او تخثر في الشريان الاكليلي او في احد فروعه يسبب نقصا كبيرا في وصول الاكسجين والمواد الغذائية لتلك المنطقة من القلب التي يزودها ذلك الشريان وهذا بدوره يسبب ضررا حادا للقلب كالذبحة الصدرية او الاحتشاء القلبي حسب شدة قصور الدورة الاكليلية لتلك المنطقة .

يتم تنظيم الدورة الاكليلية بصورة رئيسة عن طريق التنظيم الذاتي،اذ ان قلة الاكسجين وزيادة المستقلبات metabolites مثل ثاني اكسيد الكربون والحمض اللبني وشوارد البوتاسيوم والهدرجين ... الخ تعمل على توسع الشرايين الاكليلية . علما ان تحفيز العصب الودي يؤدي الى زيادة سرعة القلب والتي ينتج عنها زيادة في المستقلبات التي بدورها توسع الشرايين الاكليلية .

الدوران في العضلات الهيكلية Skeletal muscle circulation

ان كمية الدم التي تجرى في العضلات الهيكلية وقت الراحة لاتتجاوز اللتر الواحد بالدقيقة . تزداد كمية جريان الدم اثناء التمرين الى ٢٠ مرة او اكثر موازنة بتلك الكمية وقت الراحة .

ان عدد الشرينات المفتوحة في العضلات الهيكلية التي يجرى بها الدم اثناء الراحة لاتتجاوز ٢٠ ـ ٢٥ ٪ من مجموعها الكلي في العضلة ولكن ينفتح معظمها او جميعها اثناء التمارين الرياضية لتغطية حاجة العضلة من الدم المحمل بالاكسجين والمواد الغذائية ولازالة ثاني اكسيد الكربون والمستقلبات الناتجه من استقلاب العضلة اثناء التمرين الرياضي .

يكون جريان الدم في هذه العضلات متغيرا ، اذ يقل الجريان خلال تقلص العضلة ويزداد عند وضع الانبساط . بينما يزداد دفع الدم في الاوردة خلال التقلص باتجاه القلب لان تقلص العضلات يسلط ضغطا على الاوردة .

السيطرة على جريان الدم الى العضلات الهيكلية :

في حالة الراحة يكون تنظيم جريان الدم بفعل عصبي neural اذ ان توتر الشرينات يكون تحت تأثير التعصيب الودي النور ادرينـاليني الفعل noradrenergic sympathetic innervation وعند بدء التمرين يقل توتر الشرينات فتتوسع بفعل التعصيب الودي الكوليني الفعل cholinergic sympathetic innervation . اما خلال التمرين فيضاف عامل أخر الا وهو التنظيم الموضعي local regulation والذي يعمل على زيادة الدم الجاري الى العضلات نتيجة قلة كمية الاكسجين وزيادة كمية المستقلبات كثاني اكسيد الكربون والحمض اللبني وشوارد البوتاسيوم ومواد اخرى حيث تساهم جميعها في توسع الشرينات .

في بعض الحالات المرضية التي تؤدي الى تضيق الشريان او انسداده كأنسداد الشريان الفخذي femoral أو المأبضي popliteal والتي تؤدي الى تجمع المستقلبات في عضلة ربلة الساقcalf muscleاثناء التمرين او اثناء المشي لعدم وجود جريان من الدم كاف للتخلص من هذه المستقلبات فينتج عنها الالم الاقفاري ischaemic pain ويختفي الالم بعد دقائق من التوقف عن المشي وتسمى هذه الحالة بالعرج المتقطع intemitent claudication ، واحيانا يستفيد المريض ويشفى من هذه الحالة عند قطع التعصيب الودي للساق وخاصة في الحالات المتقدمة والتي لاتستجيب للعلاج بالادوية .

الدوران الجلدي Cutanous circulation :

ان الوظيفة الرئيسة للدوران الجلدي هي لادامة درجة حرارية ثابته للجسم . وبصورة عامة فان حاجة الجلد للاكسجين والمواد الغذائية تكون نسبيا اقل من معظم انسجة الجسم لذلك فان السيطرة على الدوران الجلدي لاتعتمد على هذه العوامل أي لاتعتمد على التنظيم الموضعي . اذ ان جريان الدم الاوعية الدموية الجلدية يعتمد بصورة رئيسة على تغير حرارة الجسم الداخلية .

يكون جريان الدم ذا تموج واسع حسب حاجة الجسم لفقدان حرارته او الحفاظ عليها ، اذ ان الحرارة توسع الاوعية الجلدية وذلك للتخلص من حرارة الجسم الزائدة ، والعكس صحيح .

كذلك هناك مركز تنظيم الحرارة يقع في الوطاء . اذ ان ارتفاع درجة الحرارة يؤثر على هذا المركز ليؤدي بدوره الى تقليل التوتر الودي فينتج عنه توسع الاوعية الدموية

الجلدية . بينما تؤثر قلة درجة الحرارة على هذا المركز ليحفز التوتر الودي الذي يؤدي بدوره الى تقلص الاوعية الدموية الجلدية ويزيد منه .

فضلا عما سبق فان الاوعية الدموية الجلدية تكون حساسة للمنبهات الالية الميكانيكية واستجابتها لها تدعى بتفاعلات الجلد skin reactions .

ان لون الجلد له علاقة مع الدوران الجلدي (تفاعلات الاوعية vascular reactions) ، اذ انه على الرغم من ان لون الجلد يعتمد بصورة رئيسة على كمية صبغة الميلانين فان شحوبة (paleness) أو احمراره (redness) يعتمد على كمية الدم في الدوران الجلدي . كذلك فان لون الجلد الاحمر القاني او المزرق يعتمد على كمية الدم المؤكسد الذي يجرى في الاوعية الدموية الجلدية .

ان استجابة تفاعلات الاوعية الجلدية للحافز الالي موضحة كما يأتي :

التفاعل الابيض :ـ White reaction

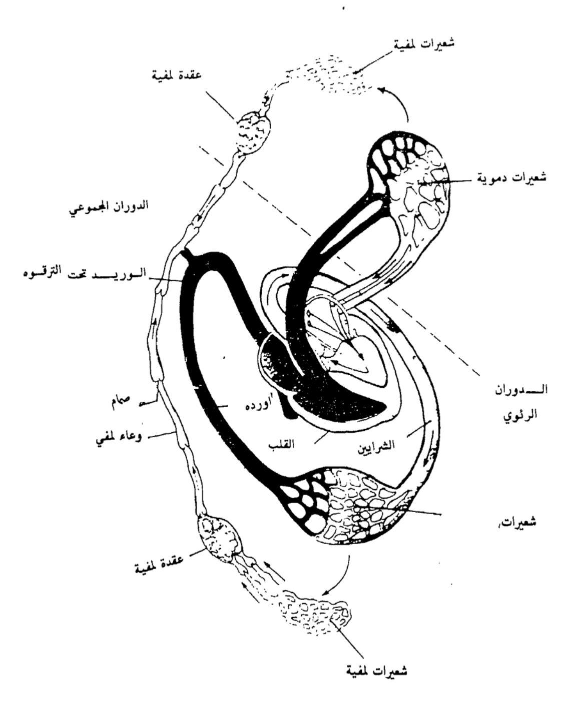
اذا ما خط الجلد (خدش خطي) بنهاية غير حادة لاله وبصورة خفيفة فسوف يظهر خط ابيض على امتداد ذلك الخدش خلال ٢٠ ثانية، وهذا اللون ناتج من تقلص الاوعية الدموية المباشرة ، ويختفي اللون بعد حوالي ٣ ـ ٥ دقيقة .

الاستجابة الثلاثية :ـ Triple responce

ان الخط على الجلد بوساطة نهاية حادة للدبوس مثلا ولكن بصورة اقوى يظهر لون احمر على امتداد الخط بعد حوالي ٣ ـ ١٥ ثانية نتيجة لتوسع الشعريات الدموية ثم يتبعها بحوالي ١٥ ـ ٣٠ ثانية وهج احمر ناتج عن توسع الشرينات بفعل المنعكس المحواري (axon reflex) يمتد الوهج الى ١ ـ ٢ سم من كل جهه ، بعد حوالي ٣ ـ ٥ دقيقة ويحدث ارتفاع في الجلد على طول الخط يدعى انتبار (wheal) يرافق ظهوره خفوت في اللون الاحمر والانتبار هو ناتج عن زيادة نفوذية الشعيرات الدموية التي تؤدي الى زيادة السائل النسيجي .

الجهاز اللمفي Lymphatic System

يعتبر الجهاز اللمفي مساعدا للقسم الوريدي من الجهاز القلبي الوعائي ، وكما هو موضح في الشكل (٥٧) .



الشكل (٥٧)
الجهاز اللمفي وعلاقته بالجهاز القلبي الوعائي

يقوم الجهاز اللفمي بنقل السائل المترشح ومكونات الخلايا التي تتجمع في الحيز بين الخلايا الى مجرى الدم .

ان هذا السائل النسيجي الذي يوجد في الاوعية اللمفية يدعى باللمف والذي يكون عادة صافيا (شبيها بالبلازما) .

يتكون الجهاز اللمفي من الاوعية والعقد اللمفية .

الاوعية اللمفية Lymphatic vessels

تكون الاوعية اللمفية على شكل شبكة تبدأ بالشعيرات اللمفية المنتشرة في الحيزات بين الخلايا في اجزاء الجسم المختلفة . ان الشعيرات اللمفية تؤدي الى اوعية لمفية اكبر فاكبر تتجه باتجاه جوف الصدر لتصب في القناة اللمفية اليمنى او القناة اللمفية اليسرى (القناة الصدرية) . وكلا القناتين تصبان في الاوردة الكبيرة في القسم العلوى من الصدر .

ان تركيب الاوعية اللمفية يشبه تركيب الاوردة باستثناء نحافة (رقه) جدرانها موازنة بالاوردة ، وانها تحتوى على عدد اكبر من الصامات التي تسمح بجريان اللمف باتجاه واحد .

العقد اللمفية Lymph nodes

هي اجسام صغيرة بيضوية الشكل متكونه من نسيج لمفي ، وتوجد على مراحل في مسار الاوعية اللمفية . يدخل الى العقدة اللمفية من خلال جزئها المحدب عدة اوعية لمفية وارده afferent lymphatic vessels بينما يخرج منها عادة وعاء لمفي واحد من منطقة النقير ويدعى بالوعاء اللمفي الصادر efferent lymphatic vessel . كذلك يدخل الى العقدة اللمفيه اوعية دموية من خلال نقيرها .

الوظائف الرئيسة للجهاز اللمفي :

١ . ان اهم وظيفة للجهاز اللمفي هي اعادة المواد الحياتية Vital Substances الى الدم وبالاخص البروتينات المترشحه من الشعيرات الدموية .

٢ . ان اللمف يمر عبر مجاميع من العقد اللمفيه قبل دخوله الى مجرى الدم وهي التي تقوم بترشيح نواتج الالتهابات (الجوثوميه وغير الجرثوميه) وعزلها ومنعها من الدخول الى

مجرى الدم . ولهذا تتضخم العقد اللمفيه وتكون مؤلمه في حالات الالتهابات .

٣ . تقوم العقد اللمفيه بتكوين الخلايا اللمفيه (Lymphocyte) والغلوبلين والاضداد وطرحها الى مجرى الدم لتساهم في المناعة ضد الامراض .

٤ . تساهم الاوعية اللمفية في الامعاء بنقل الناتج النهائي من عملية هضم الدهون في الامعاء الى مختلف اجزاء الجسم . وبسبب وجود الكريات الدهنية في هذه الاوعية اللمفية لذا يكون مظهر السائل اللمفي وشكله حليبي اللون .

الفصل السادس

الجهاز التنفسي

المقدمة
التشريح الفزيولوجي
آلية التنفس
الحجوم والسعات الرئوية
التهوية الرئوية
تهوية الاسناخ
تبادل الغازات
انماط التنفس
نقل الاوكسجين
نقل ثاني اوكسيد الكربون
حاصل التنفس للتفاعلات الكيمياوية في الانسجة
آلية تنظيم التنفس
نقص التأكسج
الزراق
فرط الكربمية
المداواة بالاوكسجين

فزيولوجيا الجهاز التنفسي Physiology of the Respiratory system

ان جميع خلايا الجسم الحية تحتاج الى تجهيزها بكميات وافره وبصورة مستمرة من الاكسجين حتى تتمكن من القيام بجميع العمليات الحيويه الاستقلابيه الضرورية . ومن خلال تلك العملية المعقدة تتم اكسدة ذرات الكربون والهدرجين في الغذاء لتوليد الحرارة والطاقة وان الاكسجين المطلوب لتلك الفعاليات الحيويه يأتي من هواء الشهيق نتيجة لعملية الاستقلاب تتكون كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون تطرح خارج الجسم من خلال هواء الزفير والا سببت تغيراً في حموضة سوائل الجسم .

أن الماء الناتج من عملية الاستقلاب يضاف الى كمية الماء الذي يزود به الجسم والكمية الزائدة منه تطرح بوساطة الكليتين في البول .

أن تجهيز الدم بالاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون منه هما الوظيفتان الرئيستان للجهاز التنفسي . وللجهاز التنفسي وظائف اخرى فهو يمثل وسيلة دفاعية ضد دخول المواد الضارة الى الجسم من خلال الهواء المستنشق وكذلك يقوم بترطيب هواء الشهيق وتسخينه وفضلا عما تقدم فأن جهاز التنفس يساعد في تنظيم حموضة السوائل الموجوده خارج الخلايا في الجسم .

ويساعد جهاز التنفس على اظهار الاصوات .

أن مصطلح التنفس (Respiration) يمثل تبادل الغازات بين الجسم والمحيط الخارجي اي بصورة اوضح يمثل نقل الاكسجين من المحيط الخارجي الى خلايا الجسم ونقل ثاني اكسيد الكربون من خلايا الجسم الى المحيط الخارجي ، وتتمثل عملية التنفس في اربع مراحل :ـ

اولا : التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

وهي تمثل حركة الهواء من الاكياس السنخية واليها (Alveolar Sacs) في الرئتين .

ثانيا :الانتشار

يمثل تبادل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون بين هواء الاكياس السنخية والدم وذلك بسبب فرق الضغط الجزئي لكلا الغازين على جانبي الغشاء التنفسي .

ثالثا :نقل الاكسجين وثاني اكسيد الكوبون بوساطة الدم من خلايا الجسم واليها .

رابعا : عملية تنظيم التنفس Regulation of Respiration

وتشمل العوامل الكيمياوية والعصبية التي تنظم احتياجات الجسم في اخذ الغازات وطرحها .

التشريح الفزيولوجي للجهاز التنفسي

Physiological Anatomy of the Respiratiory system

ينقسم الجهاز التنفسي الى قسمين وكما هو موضح في الشكل (٥٨) :

اولا : الامرارات التوصيليةConduction Passages

ثانيا : الامرارات التنفسية Respiratory Passages

الامرارات التوصيلية تشمل الجوفين الانفيين Nasal Cavities والبلعوم Pharynx والحنجره Larynx والرغامي Trachea وقصبتيه اليمنى واليسرى (right and Left bronchi) اي واحدة لكل رئة حيث تتفرع كل قصبة الى قصبات هوائية ثانوية اصغر Secondary bronchi وبالتالي تكون فروعا صغيرة جدا تشمل القصبات القطعية Segmental bronchi ثم القصيبات النهائية Terminal bronhioles .

ان مسالك التوصيل تمثل الامرارات التي تمكن الهواء من الدخول الى الرئتين والخروج منها ولا يحدث اي تبارل للغازات خلال تلك الامرارات لان جدرانها سميكه لدرجة لاتسمح بتبادل الغازات بين الهواء وشبكة الاوعية الدموية في جدرانها .

أن الهواء في تلك الاقسام يدعى بالهواء الميت Dead air وحجم تلك التراكيب الحاوية على هذا الهواء يدعى بالحير التشريحي الميت Anatomical Dead Space

ان تصفية ذرات الغبار والمواد الضاره وازالتها من هواء الشهيق وكذلك تعديل رطوبته ودرجة حرارته خلال مروره بالامرارات التوصيلية تتم على النحو الاتي :

تم ازالة ذرات الغبار العالقة بهواء الشهيق وكذلك المواد الضارة بوساطة الشعر في المنخرين الامامين وكذلك من خلال المادة المخاطية المغطية للغشاء الباطني لامرارات التوصيل . ان الطبقة المخاطية تتحرك باتجاه البلعوم بوساطة اهداب موجوده على الخلايا الظهارية وتوافق عمل الطبقة المخاطية مع حركة الاهداب يسمى بالحركة المخاطية المدبية Mucociliary Escalator حيث تكون على نحو متواصل صعودا ونزولا .

توجد غدد في جدران الامرارات التوصيلية لها وسيلة دفاعية حيث تقوم بانتاج اضداد مناعية (IgA) ضد دخول المستضدات في هواء الشهيق .

اما ترطيب هواء الشهيق فانه يتم بوساطة الماء المتبخر من المادة المخاطية المبطنه لتلك الامرارات وكذلك بوساطة انتاج المادة المصلية من الغدد في جدران تلك الاجزاء وايضا يرطب هواء الشهيق بوساطة السائل الخلالي المترشح من خلال التبطينات البطانية لتلك الامرارات .

أن تسخين هواء الشهيق يتم بوساطة الاشعاعات الحرارية المنبعثة من الدم في الاوعية الدموية لجدران تلك الامرارات .

الجوفان الانفيان Nasal Cavities

ان جوفي الانف ينفصلان احدهما عن الاخر بوساطة الحاجز الانفي ولكل واحد منها فتحتان امامية وخلفية . الفتحة الامامية تسمى المنخر الامامي والفتحة الخلفية تسمى المنخر الخلفي . والمنخران الاماميان ينفتحان الى الخارج وينبو عليها الشعر . اما المنخران الخلفيان فينفتحان في القسم العلوي من البلعوم (Naso Pharynx) . يبطن التجويف الانفي بنسيج ظهاري عمودي مهدب متعدد الطبقات كاذب . يحتوى الانف على عضو الشم المتكون من خلايا عصبية ظهارية .

يشترك تجويفا الانف في اظهار (انتاج) الصوت ايضا .

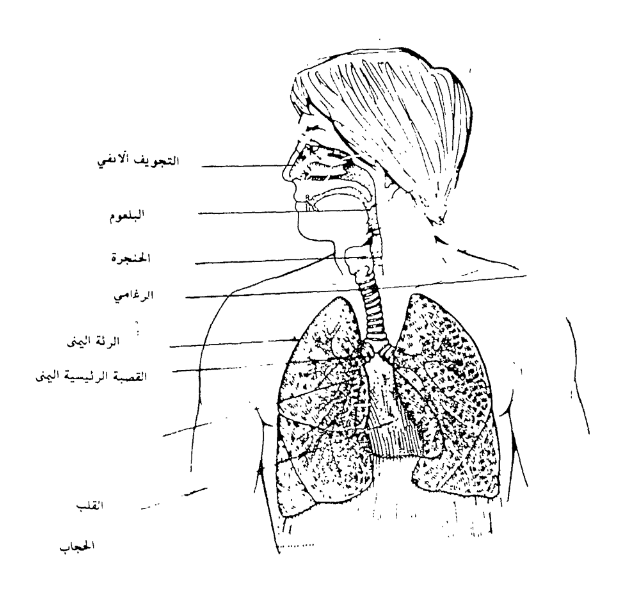
البلعوم Pharynx :ـ ممر قمعي الشكل يمتد من قاعدة الجمجمة الى المنطقة المقابلة للغضروف الاسفل للحنجرة وهو ممر مشترك للهواء والغذاء ومع ذلك ان الهواء لايمكن ان يستنشق في نفس الوقت الذي يبتلع فيه الغذاء . يقع البلعوم خلف الجوفين الانفيين والفم والحنجرة وينقسم الى ثلاثة اقسام وحسب موقعها :

اولا : البلعوم الانفي (الخيشوم) Naso pharynx يمثل القسم العلوى من البلعوم وهو مجرى هوائي يتصل من الاعلى بفتحتي المنخرين الخلفين ومن الاسفل يتصل بالبلعوم الفمي عند مستوى الحنك الرخو . وعلى الجدار الوحشي لهذا القسم توجد قناة اوستاكي التي بوساطتها يتصل البلعوم بالاذن الوسطى على كل جانب كما توجد على الجدار الخلفي له مجموعة من الغدد اللمفاوية تدعى باللوزة الخيشومية .

ثانيا : الحلقوم Oropharynx يقع اسفل البلعوم الانفي وخلف الفم وعلى جداريه الوحشيين الايسر والايمن توجد اللوزتان Tonsils .

ثالثا : البلعوم الحنجرى Laryngopharynx يمثل القسم الاسفل من البلعوم ويقع خلف الحنجرة يمتد من مستوى لسان المزمار حتى يتصل مع بداية المرئ .

الحنجرة Larynx :ـ تركيب غضروفي مكون من تسعة غضاريف ثلاثة منها



الشكل (٥٨) : اقسام جهاز التنفس

منفردة والستة الباقية زوجيه، تمتد الحنجره من جذر اللسان حتى الرغامي . والحنجرة فضلا عن كونها تمثل للهواء من البلعوم الى الرغامي فهي متخصصه لاحداث الاصوات وذلك لاحتوائها على الاوتار الصوتية .

الرغامي Trachea :

انبوب هوائي واسع يبلغ طوله حوالي ٥ر٤ انجات يمثل ممرا للهواء من الحنجرة الى قصبتيه اليمنى واليسرى . يقع الرغامي في الخط الوسطي امام المرئ ومقابل للفقرة العنقية السادسة وحتى مستوى الفقرة الصدرية الرابعة . يقع القسم العلوي من الرغامي في الرقبة اما القسم السفلي فيقع في القفص الصدري .

تتكون جدران الرغامي من ستة عشر الى عشرين من الغضاريف القصبية المتسلسلة وعلى شكل حرف (C) وتكون نهاياتها مربوطه بنسيج ليفي وعضلات ملساء وهذه الغضاريف تحافظ على بقاء الرغامي مفتوحا .يبطن الرغامي بغشاء مخاطي يحتوى على اهداب .

الشجرة القصبية Bronchial tree

يتفرع الرغامي عند مستوى الحافة العليا للفقرة الصدرية الخامسة الى قصبتين رئيستين وكما هو موضح في الشكل (٥٩) المشابهتين له من حيث التركيب وذلك لاحتوائها على التركيبات الغضروفية في جدرانها والتي تحافظ عليها مفتوحتين .

الامرارات التنفسية Respiratory passages

تمثل الجزء الفعال من الجهاز التنفسي والذي يتم فيه تبادل الغازات بين الدم والهواء في الاسناخ . تتكون الامرارات التنفسية من القصيبات التنفسية Respiratory Bronchioles وفروعها التي تشمل القنوات السنخية Alveolar Ducts والتي بدورها تنفتح بالاكياس السنخية Alveolar sacs والتي تشمل عدة اسناخ Alveoli وهي اصغر تقسيم نهائي في الممر التنفسي .

ان تفرعات القصيبات النهائية تمثل القصيبات التنفسية والتي يبلغ قطرها حوالي نصف ميلي متر . تتفرع القصيبة التنفسية مكونه عدة قنوات سنخيه وهذه بدورها تنفتح بالاكياس السنخية ثم الاسناخ .
وتتكون الاكياس السنخية من طبقة ظهارية رقيقة . كما ان الاسناخ تظهر على شكل بروزات من جوانب القصيبات التنفسية والقنوات السنخية .

تحاط جدران الاكياس السنخية الرئوية بشبكه من الاوعية الدموية الشعرية المثبتة بنسيج ليفي ونسيج مرن . ان الهواء في الاسناخ يفصله عن الدم في الاوعية الدموية الشعرية حاجز رقيق يسمح بمنافذ الغازات بين هواء الاسناخ والدم ويدعى بالغشاء التنفسي Respiratory membrane .

يوجد حوالي اربعة عشر مليون قناة سنخية وسبعمائة مليون سنخ في انسجة الرئتين لهذا ان مساحة السطح التنفسي تتراوح بين خمسين الى مئة متر مربع .

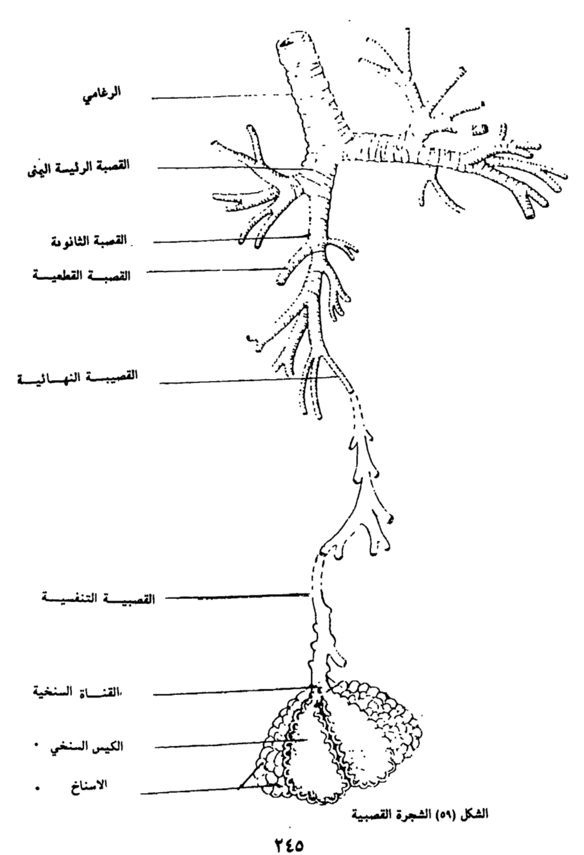
الرئتان The lungs

هما عضوا التنفس موضوعتان بحرية في جوفي الجنبوي في الصدر بأستثناء منطقة اتصالها المسماة بجذر الرئة . تتكون الرئة اليمنى من ثلاثة فصوص وللرئه اليسرى من فصين . وكل رئه تكون تركيبا مخروطي الشكل قاعدته تضطجع على الحجاب الحاجز وقمته الى الاعلى .

وبسبب دفع الكبد للحجاب الحاجز الى الاعلى تكون الرئه اليمنى اقصر من الرئة اليسرى ولكن حجمها اكبر من حجم اليسرى لان جزأ من جوف الصدر يحتله القلب .

للرئة ملمس اسفنجي وبسبب مرونة مادة الرئة الاسفنجيه المملوءة بالهواء فهي تطفو على الماء اذا وضعت عليه . يقع نقير كل رئه (lung Hilum) في منتصف سطحها الانسي حيث تدخل من خلاله كل التراكيب الى الرئه وتخرج والتي تشمل الشرايين والاوردة والاعصاب والقصيبة .

تحاط كل رئه بغشاء جنبوى pleural membrrane يتكون من طبقتين الطبقة الملتصقة بسطح الرئة تدعى بالطبقة الحشوية (الداخلية) Visceral Layer وتنطوى تلك الطبقة على نفسها عند جذر الرئه لتكون طبقة اخرى تلتصق بالسطح الداخلي لجدار الصدر لتبطنه وتدعى بالطبقة الجدارية (الخارجية) Parietal Layer والفراغ المحصور بين هاتين الطبقتين يدعى بجوف الغشاء الجنبوى Pleural Cavity الذي يحتوي على كمية قليلة من سائل مصلي يدعى بالسائل الجنبوى Pleural Fluid حيث يعمل كماده دهنية تقلل من الاحتكاك بين الطبقة الحشوية والطبقة الجدارية للغشاء الجنبوى وهذا مما يسهل حركة الرئتين ضمن الصدر .



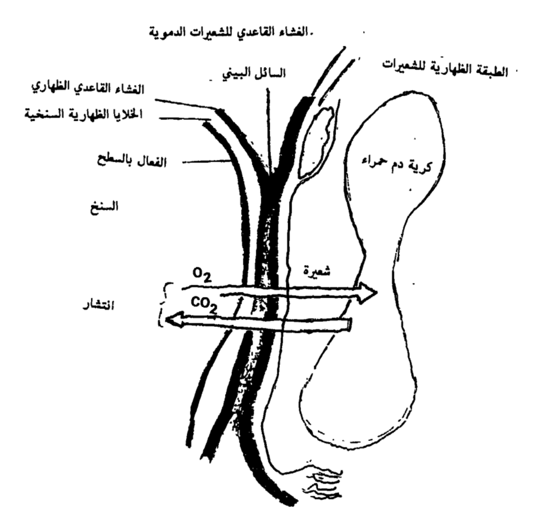
الشكل (٥٩) الشجرة القصبية

الغشاء التنفسي Respiratory Membrane

يوفر الغشاء التنفسي المساحة الكافية التي يجرى من خلالها تبادل الغازات بين الهواء السنخي والدم في الشعيرات الدموية التي تحيط بالاسناخ حيث يجرى تزويد الدم بالكمية المطلوبة من الاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون منه ويلاحظ بأن الفرق في ضغط الاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي اكثر بكثير مما هو عليه بالنسبة لثاني اكسيد الكربون ويعود السبب لسرعة انتشار ثاني اكسيد الكربون بالماء وهي اكثر من سرعة انتشار الاكسجين .

يتألف الغشاء التنفسي كما هو موضح في الشكل (٦٠) من :
١. طبقة من سائل يبطن السنخ والذي يتركب من الشحميات الفسفورية (Phospholipids) وربما مواد اخرى ويدعى الفعال بالسطح (Surfactant) . ان الفعال بالسطح يقلل من التوتر السطحي للسائل السنخي بحوالي ٧ ـ ١٤ مرة اقل من التوتر السطحي في حالة الماء وحده وبهذه الخاصية يكون له اثر مهم في مطاوعة الرئتين .

أن نقص الفعال بالسطح في الطفل حديث الولاده يسبب مرض الغشاء الزجاجي Hyaline Membrane الذي يتصف بأنكماش رئوي متزايد .
٢ . الخلايا الظهارية السنخية .
٣ . الغشاء القاعدي الظهاري .
٤ . طبقة رقيقة من سائل بيني يفصل الطبقة الظهارية السنخيه عن الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية .
٥ . الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية .
٦ . الطبقة الظهارية للشعيرات .
ان سمك الغشاء التنفسي يبلغ حوالي نصف مكرومتر بالرغم من ذلك العدد من الطبقات المكونه له وهذا مما يسهل تنافذ الغازات بين الدم وهواء الاسناخ من خلاله .



الشكل (٦٠) الغشاء التنفسي

آلية التنفس Mechanism Of Respiration

ان دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منهما ناتج عن التغير الحاصل في الضغط داخل التجويف الصدري . وبسبب اتساع التجويف الصدري الذي ينتج عنه الاقلال في الضغط السلبي في التجويف الجنبوي وهذا مما يسمح للرئتين بالتمدد والاتساع ويقلل الضغط داخلها موازنةً مع الضغط الجوي وبسبب الفرق بين الضغطين يدخل الهواء الى الاسناخ عبر الامرارات التنفسية وتسمى تلك العملية بالشهيق (Inspiration) وهي عملية فاعله (Active) لانها ناتجه عن جهد عضلي . وفي نهاية الشهيق يتساوي الضغط الجوى مع الضغط داخل الاسناخ .

امـــا عمليـــة خروج الهـواء من الرئتين فتسمى بـــالـزفير (Expiration) وتنتـج عن ارتخـاء العضلات الشهيقيـة وعودة التراكيب المرنـة للرئتين والصـدر لوضعهما الطبيعي مما يسبب الاقلال من حجم الرئتين وزيادة الضغط فيهما مسببا طرح الهواء الى الخـارج . وعمليـة الـزفير هي عمليـة منفعلـة (Passive) في التنفس الاعتيـادي الهـادي لانهـا لاتحتاج الى جهد عضلي وتنتج عن ارتخاء العضلات الشهيقية .

تمثـل عضلـــة الحجـــاب (Diaphragm Muscle) اهم العضـلات التنفسيـــة حيث يزداد البعد العمودي للتجويف الصدري نتيجة لتقلصهـا وان حوالي ٦٠٪ من الهواء المستنشق يعـود لعمـل تلـك العضلـة . امـا العضـلات الشهيقيـة الاخرى فهي العضـلات الوربيـة الخـارجيـة External Intercostal Muscles وينتج عن تقلصهـا زيـادة في البعـد العرضي والامامي الخلفي للتجويف الصدري .

ومن الملاحـظ ان توسع الرئـة لايكون بحـالـة متجـانسـة في جميع الاتجـاهـات اذ ان التوسع الاكبر يحدث في الاجزاء السفلى والخـارجيـة من الرئـة لهـذا ان اعـدادا كبيرة من الاسناخ في الجزء العلوى تكون تهويتها قليلـة . وفي حـالـة ازديـاد سرعـة التنفس كما في التمارين الرياضيـة تستخـدم عضلات اضـافيـة لتعزيز عمليـة الشهيق كالعضلات القصبيـة الترقـويـة الخشـائيـة Sterno cleido Mastiod والعضـلات الاخمعيـة Scalenus Muscles والعضلات النـاصبـة للعمود الفقري Erectus Muscles of Spine والعضلات الرافعـة للوح الكتف Elevator Muscles Scapular ويضـاف اليهـا العضـلات المنشـاريـة الامـاميـة Anyerior Serrati muscles .

ان عملية الزفير في الاحوال الاعتيادية تنتج عن ارتخـاء العضلات الشهيقيـة ولكن في حالة زفير قوى تستخدم عضلات اضافية لتعزيز عملية الزفير كالعضلات الوربية الداخلية Internal Intercostal Muscles والعضـلات البطنية Abdominal Muscles والعضـلات المنشارية الخلفية السفلية Posterior Inferior Serrati muscles

أن معدل عـدد مرات التنفس في الـدقيقـة الواحـدة يتراوح بين ١٥ ـ ١٨ مرة وتشمل المرة الواحـدة دخول الهواء الى الرئتين وخروجـه منهما أي تكون ذات حركـة مزدوجـه . ولكن عـدد مرات التنفس في الاطفـال المولـودين حـديثـا يتراوح بين ٣٥ ـ ٥٠ مرة في الدقيقة ومع تقدم العمر يقل عـددهـا أي بعـد سنـة تصبح حوالي ٣٠ مرة في الـدقيقـة . وهناك العديد من الحالات التي تزيد من سرعـة التنفس مثلا تزداد سرعـة التنفس اثنـاء التمارين الرياضية وكـذلـك تصـاحب الزيـادة في عمليـة الاستقلاب كما ان سرعـة التنفس تزداد في بعض الحالات المرضية كالزيادة في افرازات الغدة الدرقية .

ان تغير الهـواء اثنـاء التنفس العـادى (Eupnea) يحتـاج الى جهـد قليـل ولكن يزداد الجهد في حالة الزيادة في عمق سرعة التنفس ومعدلها . والجهد المستخدم في عملية التنفس تحدده عدة عوامل تشمل مقاومة مرور الهواء في الامرارات ومطاوعة الرئتين ومرونتهما .

ان مقاومة مرور الهواء تعتمد على طول التراكيب الانبوبية للجهاز التنفسي وقطرها فمثلا اذا كان الانبوب صغيرا فمرور الهواء فيه يتطلب جهدا كبيرا . كذلك تزداد المقاومة اذا لم يجر تفريغ الاسناخ بصورة اعتيادية من الهواء .

ان مطاوعة الرئتين تمثل قابلية تمثل قابلية الاسناخ والانسجة الرئوية للتوسع أثناء الشهيق ولكن اذا استعيض عن النسيج المرن بنسيج ليفي غير مرن كالـذي يحدث في حالة الاصابات يصبح الجهد المبذول لتوسيع الرئتين كبيرا .

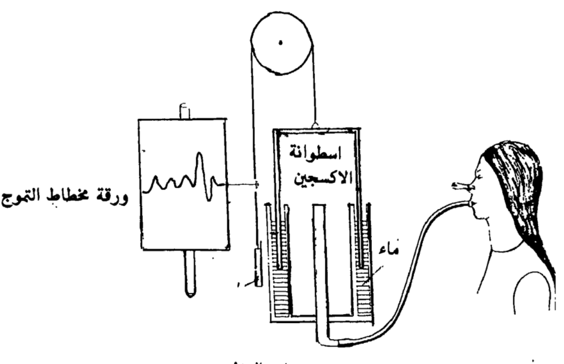
ان مرونة الرئتين تمثل قابلية الانسجة المرنة في الرئتين على الانكماش اثناء الزفير مما يسبب طرح الهواء من الرئتين الى الخارج ولكن في حالة قلة النسيج المرن في الرئتين تقلل قابلية انكماش الرئتين مما يسبب زيادة في فعالية العضلات البطنية للمساعدة في افراغ الرئتين من الهواء . والمطاوعة تشمل النسبة بين الزيادة في الضغط والتغير في الحجم وتساوي ٠٫٢٠ سم ضغط ماء .

$$\frac{\text{الزيادة في الحجم}}{\text{الزيادة في الضغط}} = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

الحجوم والسعات الرئوية

The Pulmonary Volumes And Copacities

تقـاس معظم الحجـوم والسعـات الرئـويـة بـوسـاطـة جهـاز مقيـاس التنفس (Spirometer) الـذي يتكـون من اسطـوانتين معـدنيتين واحـدة خـارجية مملوءة بالمـاء والثـانيـة تحتوى على هواء التنفس وهو امـا ان يكون اكسجينـا وحده او هـواء التنفس الاعتيـادى وتوضع بصورة مقلوبـة لتطفو على المـاء وتتم موازنتهـا بوسـاطـة ثقل الموازنـة وترتبط اسطوانه الغاز بالفم بوساطة انبوب مطاطي كما هو موضح في الشكل (٦١) .



الشكل (٦١) جهاز مقياس التنفس

وعندما يتنفس الشخص تتحرك الاسطوانة الى الاعلى والاسفل متوافقة مع حركة التنفس والتي تسجل على ورقة مخطاط التموج Kymograph كما في الشكل (٦٢) الذي يوضح الحجوم والسعات الرئوية .

حجوم الرئه Lung Volumes

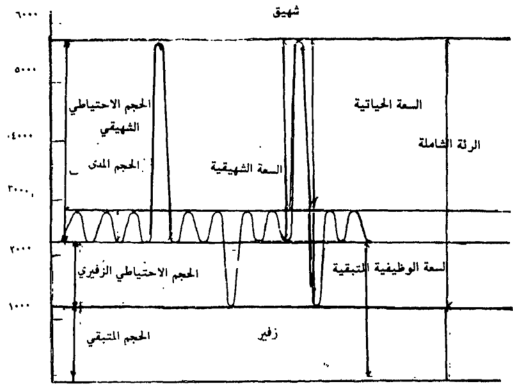
اولا : الحجم المدى (الحجم الزفيري) Tidal Volume

يمثل حجم الهواء الذي يستنشقه الشخص بعملية شهيق واحدة او يطرحه بعملية زفير واحدة خلال عملية التنفس الاعتيادي الهادئ ،ويبلغ حوالي ٥٠٠ سم٣ .

ثانيا : الحجم الاحتياطي الشهيقي Inspiratory Reserve Volume يمثل كمية الهواء التي يمكن ان تستنشق من مستوى الحد الذي اخذ كشهيق اثناء الشهيق الطبيعي الهادي وهذا يدل على ان الانسان يستطيع ان يستنشق حجما من الهواء اكبر من الحجم المدى ويتراوح الحجم الاحتياطي الشهيقي بين ٢٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ سم٣ .

ثالثا : الحجم الاحتياطي الزفيري Expiratory Reserve Volume

يمثل اكبر كمية من الهواء والتي يمكن زفرها بعد مستوى الزفير الطبيعي الهادي ويتراوح هذا الحجم بين ١١٠٠ ـ ١٣٠٠ سم٣ .



الشكل (٦٢) الحجوم والسعات الرئوية

رابعا : الحجم المتبقي Residual Volume

يمثل كمية الهواء المتبقية في الرئتين والتي لايمكن طرحها مهما كانت قوة الزفر وذلك بسبب الضغط السلبي في الجوف الجنبوى والذي لايسمح بتفريغ الرئتين كليا من الهواء . ان الهواء المتبقي في الرئتين يكون مصدرا لاستمرار تبادل الغازات بينه وبين الدم حتى بين كل عملية تنفس واخرى وهذا مما يمنع التغير الحاد في تركيزي الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في كل عملية تنفس الذي قد يسبب تأثيرا غير مرغوب به على عملية التنفس . ويتراوح الحجم المتبقي بين ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠ سم^{٣} .

السعات الرئوية Pulmonary Capacities

اولا: السعة الشهيقية The Inspiratory Capacity

تمثل اقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد مستوى الزفير الاعتيادي وتساوي مجموع الحجم الاحتياطي الشهيقي مضافا اليه الحجم المدى . تتراوح هذه السعة بين ٢٥٠٠ ـ ٣٠٠٠ سم^{٣} .

ثانيا : السعة الوظيفية المتبقية Function Residual Capacity

تشمل كمية الهواء المتبقية في الرئتين بعد الزفير الاعتيادي الهادى وتساوي مجموع الحجم الاحتياطي الزفيري زائدا الحجم المتبقي وتبلغ هذه السعة ٢٣٠٠ سم٣ .

ثالثا : السعة الحياتية The Vital Capacity

تمثل اقصى كمية من الهواء يمكن طرحها بعد اقصى شهيق وتبلغ حوالي ٤٥٠٠ سم٣ في الرجال و ٣٥٠٠ سم٣ في النساء . والسعة الحياتية تساوى مجموع الحجم الاحتياطي الشهيقي مضافا اليه الحجم المتبقي والحجم الاحتياطي الزفيري .

ان قياس السعة الحياتية مهم في التطبيقات السريرية ومن العوامل التي تؤثر على السعة الحياتية ففضلا عن وضعية الشخص عند قياسها تعتمد السعة الحياتية على مطاوعة الرئتين والقفص الصدري وهناك العديد من الامراض التي تقلل من قابلية الرئتين على الاتساع والتمدد وهذا ينتج عنه قله في السعة الحياتية ومن تلك الامراض مرض السل والانتفاخ الرئوي والتهاب القصبات المزمن والربو المزمن وسرطان الرئة . كذلك تعتمد السعة الحياتية على حالة عضلات التنفس ووضيعتها. ففي حالة شلل عضلات التنفس بسبب الاصابات كأصابة النخاع الشوكي او في حالة التهاب سنجابية النخاع تقل السعة الحياتية وقد تصل الى مابين ٥٠٠ ـ ١٠٠٠ سم٣ .

رابعا : سعة الرئة الشاملة The Total Lung Capacity

تمثل كمية الهواء التي تحتويها الرئتان عند نهاية اقصى شهيق اذ تساوى مجموع الحجم الاحتياطي الشهيقي مضافا اليه الحجم المدى زائدا الحجم الاحتياطي الزفيري والحجم المتبقى وتبلغ حوالي ٥٨٠٠ سم٣ .

ومما سبق ذكره يلاحظ بأن هناك العديد من العوامل التي تغير من معدل الحجوم والسعات الرئوية فمثلا تزداد السعات الرئوية بصورة طبيعية عند الرياضيين وكذلك تتغير الحجوم والسعات الرئوية حسب تغير وضعية الشخص فمثلا معظمها يقل في حالة الانبطاح ويزداد في حالة الجلوس ويزداد اكثر في حالة الوقوف ، والعاملان الرئيسان المؤديان الى هذا التغير هو انه في حالة الانبطاح تميل محتويات البطن الى الضغط على الحجاب الحاجز ودفعه الى الاعلى وكذلك للزيادة الحاصلة في حجم الدم الرئوي اثناء الانبطاح مما يسبب تقليل الحيز الذي يحتله الهواء في الرئتين .

التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

تمثل كمية الهواء المأخوذه في الدقيقة الواحد وتساوي الحجم المدى × سرعة التنفس (مرات التنفس في الدقيقة) فمثلا اذا كانت سرعة التنفس تساوي ١٢ والحجم المدى يساوى ٥٠٠ سم^{٣} فأن التهوية الرئوية تبلغ ٦٠٠٠ سم^{٣} / دقيقة .

ان المعدل الطبيعي للتهوية الرئوية عند البالغين يتراوح بين ٦٠٠٠ ـ ٨٠٠٠ سم^{٣} / دقيقة .

اذا زادت سرعة التنفس لتصل الى ٥٠ مرة / دقيقة فأن الحجم المدى قد يساوي السعة الحياتية وان الشخص بصورة عامة لايستطيع تحمل حجم مدى اكبر من نصف السعة الحياتية . اذ ان الشخص وبصورة ارادية يمكن ان يصل الى اقصى مدى تنفسي يتراوح بين ١٠٠ ـ ١٢٠ لتر / دقيقة ولمدة ١٥ ثانية وتسمى هذه بسعة التنفس العظمى .

تهوية الاسناخ Ventilation Of The Alveoli

تمثل معدل تجدد الهواء السنخي بالهواء الخارجي في الدقيقة الواحدة . حيث ان تهوية الاسناخ تساوي التنفس × (الحجم المدى ـ الحيز الميت) ان الحيز الميت يشمل حجم الهواء الذي يحتل الامرارات التنفسية العليا في كل عملية تنفس والذي لايدخل في عملية تبادل الغازات ويبلغ حوالي ١٥٠ سم^{٣} من الحجم المدى في الحالات الطبيعية ويزداد مع التقدم في العمر .

في بداية الشهيق تكون كمية كبيرة من الهواء قد ملأت الحيز الميت قبل دخوله الى الاسناخ كما أنه في بداية الزفير يطرح هواء الحيز الميت قبل الهواء المطروح من الاسناخ .

أن الحيز الميت التشريحي Anatomical Dead Space يشمل حجم الهواء في الامرارات الهوائية ابتداء من الانف والفم الى الاسناخ .

اما الحيز الميت الفسيولوجي Physiological Dead Spac فيشمل الحيز الميت التشريحي مضافا اليه حجم الهواء في الاسناخ غير العاملة (لايجري فيها تبادل الغازات) مضافا اليه حجم الهواء في الاسناخ التي تعمل بصورة جزيئية والتي يكون فيها نسبة معدل جريان الدم الى التهوية في تلك الاسناخ قليلة جدا .

في الحالات الطبيعية يكون الحيز الميت التشريحي مساويا وبصورة تقريبية الى الحيز الميت الفزيولوجي لان الاسناخ تعمل كلها في الرئة الطبيعية . ولكن هناك العديد من

الحالات المرضية والتي يصبح فيها الحجم الميت الفزيولوجي اكبر بكثير من الحجم الميت التشريحي . ومما تقدم يمكن ايجاد معدل تهوية الاسناخ في الدقيقة الواحدة والتي تساوي سرعة التنفس × (الحجم المدى مطروحا منه الحجم الميت الفزيولوجي) .

ان الحجم المدى الطبيعي ٥٠٠ سم^{3} والحجم الميت الفزيولوجي الطبيعي ١٥٠ سم^{3} وسرعة التنفس تساوى اثني عشر وبالرجوع الى المعادلة المذكورة فأن معدل تهوية الاسناخ في الدقيقة يبلغ حوالي ٤٣٠٠ سم^{3} . ان تهوية الاسناخ هي احدى العوامل الرئيسة التي تقرر معدل تركيز الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في الهواء السنخي .

تبادل الغازات Gases Exchange

يتم تبادل الغازات كغاز الاكسجين وغاز ثاني اكسيد الكربون بين الهواء السنخي والدم وكذلك بين الدم وخلايا انسجة الجسم المختلفة بوساطة الانتشار البسيط . يوجد العديد من القوانين الفيزياوية والتي تنسب الى فعل الغازات وتشمل مايأتي :ـ

قانون دالتون للضغوط الجزيئية Daltons Law

ينص على ان كل غاز في مزيج من الغازات يعمل وكأنه يحتل الحجم الكلي بمفرده وضغطه الجزئي يسلط غير معتمد على الغازات الاخرى في الخليط (يرمز للضغط الجزئي بالحرف P فمثلا الضغط الجزئي للاكسجين يرمز له Po2 ولثاني اكسيد الكربون Pco2 وللنتروجين PN2 .... الخ) .

قانون بويل Boiles Law

وينص على ان الضغط لغاز مايتناسب عكسيا مع حجمه اذا بقيت الكتلة والحرارة ثابتتين .

قانون جارلس Charless, s law

وينص على ان الحجم لغاز مايتناسب طرديا مع حرارته المطلقة في حالة بقاء الضغط ثابتا .

قانون هنرى لقابلية ذوبان الغازات Henrys Law

وينص على ان حجم الغاز المذاب فيزياويا في السائل وبدرجة حرارة ثابتة يتناسب طرديا مع ضغطه الجزئي وهو لايتأثر بجزيئات الغاز في الاتحاد الكيمياوي ضمن السائل .

مبدأ افاكادرو Avagadros Principle

وينص على ان نفس الحجم من الغازات وبنفس درجة الحرارة والضغط يحتوى على نفس العدد من الجزئيات .

قانون فكس Ficks Law

يلخص حسب المعادلة الاتية :ـ

$$\text{معدل الانتشار} = \text{معامل الانتشار} \times \text{المساحة} \left(\frac{\text{فرق التركيز}}{\text{المسافة}} \right)$$

وبالرجوع الى قانون فكس يمكن تحديد العوامل الرئيسة التي تقرر معدل الانتشار عبر الغشاء التنفسي وتشمل مساحة الغشاء التنفسي الذي تجرى من خلاله عملية الانتشار حيث ان الانتشار يتناسب طرديا مع مساحة الغشاء التنفسي اذ كلما زادت المساحة زاد الانتشار والعكس صحيح . ففي بعض الحالات المرضية والتي تسبب الاقلال من مساحة الغشاء التنفسي كما في حالة مرض الانتفاخ الرئوي والذي ينتج عنه تحلل في جدران الاسناخ واندماجها مما يقلل معدل الانتشار .

كما ان الانتشار يتناسب طرديا مع فرق التركيز على جانبي الغشاء التنفسي فكلما كان فرق التركيز عاليا ازداد معدل الانتشار .

ان معامل الانتشار تشمل مواصفات الجزئيات وهي الحجم والوزن الجزيئي للجزيئة وكذلك معدل ذوبانها في المادة التي تنتشر من خلالها وكقاعدة عامة .

ان الجزيئات ذات الحجم الكبير والوزن الجزيئي العالي تكون اقل انتشارا من الجزيئات ذات الحجم الصغير والوزن الجزيئي الواطيء . أن سرعة ذوبان الغازات في الماء الذي يدخل في تراكيب الغشاء التنفسي تؤثر تأثيرا اساسيا في الانتشار فمثلا ان

سرعة ذوبان ثاني اكسيد الكربون في الماء اكثر بحوالي عشرين مرة من سرعة ذوبان الاكسجين لهذا ان سرعة ازالة ثاني اكسيد الكربون من الدم عبر الغشاء التنفسي تكون اكثر بكثير من معدل سرعة تزويد الدم بالاكسجين وبسبب سرعة ذوبان ثاني اكسيد الكربون بالماء مما يسهل انتشاره بصورة سريعة عبر الغشاء التنفسي لهذا يكون الفرق في تركيزي ثاني اكسيد الكربون على جانبي الغشاء التنفسي اقل بكثير موازنة بالاكسجين . وحيث ان لتهوية الاسناخ الطبيعية اثرا أساسيا في جعل الفرق بين تركيزي الاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي كبير مما يسمح بانتشار الاكسجين وبمعدل عال عبر الغشاء التنفسي . وبالرجوع لقانون جارلس فأن الارتفاع في درجة الحرارة يزيد الطاقة الحركية للغازات مما يزيد من تصادم الجزئيات وينتج عن ذلك زيادة في الضغط لهذا ان معدل الانتشار يزداد او يقل وبمعدل ثابت وفق التغير في درجة حرارة الجسم .

وبالرجوع لقانون دالتون فأن الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوى مجموع الضغوط الجزيئية لتلك الغازات في الخليط ويمكن ايجاد الضغط الجزئي للغاز وذلك بضرب نسبة تركيزه في الخليط في الضغط الكلي للخليط.

مثلا ان نسبة تركيز الاكسجين في الهواء الجاف وعلى مستوى سطح البحر تساوي ٢٠ر٩٣٪ والضغط الجوي على مستوى سطح البحر ٧٦٠ ميلي متر زئبق أذن فالضغط الجزئي للاكسجين يساوي ـــــــ × ٧٦٠ = ١٥٩ ميلي متر زئبق .

ومن المعادلة المذكورة يستنتج بأن الضغط الجزئي للغاز يتناسب طرديا مع تركيزه والجدول الاتي يوضح الضغوط الجزيئية للغازات المكونه للهواء الجاف وعلى مستوى سطح البحر .

الغاز	النسبة المئوية للحجم الكلي	الضغط الجزئي ميلي متر زئبق
١ . الماء	صفر	صفر
٢ . النتروجين	٧٩ر١	٦٠١
٣ . الاكسجين	٢٠ر٩	١٥٩
٤ . ثاني اكسيد الكربون	٠ر٠٠٤	٠ر٣
المجموع الكلي	١٠٠	٧٦٠

وفي المصطلح الفزيولوجي (الوظيفي) يستعمل الضغط الجزئي للغاز بدلا من تركيزه .

انماط التنفس Types Of Respiration

١ . التنفس الخارجي External Respiration

يشمل دخول الهواء الى الاسناخ من خلال الامرارات التنفسية العليا والسفلى وكذلك انتشار الغازات كالاكسجين وثاني اكسيد الكربون عبر الغشاء التنفسي بين هواء الاسناخ والدم .

وكما هو موضح سابقا فان لسرعة ذوبان ثاني اكسيد الكربون في التركيب المائي للغشاء التنفسي تعجل من طرحه من الدم الى هواء الاسناخ . ولكن يؤثر الفرق في الضغط الجزئي للاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي تأثيرا مهما في سرعة انتشاره حيث ان فرق الضغط الجزئي للاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي يبلغ حوالي ٦٠ ميلي زئبق بينما فرق الضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون يبلغ حوالي ٦ ميلي مترات زئبق . وكذلك ان لقابلية الهيموغلوبين للاتحاد بالاكسجين اثرا مهما في تحميل الدم بالكمية الكافية من الاكسجين .

٢ . التنفس الداخلي Internal Respiration

(Blood – tissues Gas Exchange)

يشمل التنفس الداخلي مرحلة تبادل الغازات (كالاكسجين وثاني اكسيد الكربون) بين الدم وخلايا انسجة الجسم وكذلك عملية الاكسدة والاحتراق (الاستقلاب) في خلايا الانسجة والتي تنتج عنها الطاقة والمخلفات .

نقل الاكسجين Carriage Of Oxygen

ان الضغط الجزئي للاكسجين في هواء الاسناخ يبلغ حوالي ١٠٤ ميلي مترات زئبق اما في الدم الشرياني الذاهب الى الشعيرات الدموية الرئوية حول الاسناخ فيبلغ حوالي ٤٠ ميلي متر زئبق ونتيجة للفرق الكبير في الضغط الجزئي للاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي ينتشر الاكسجين عبر الغشاء التنفسي وبصورة سريعة جدا لدرجة ان تحميل الدم به يكون باقل من ثانية وكما هو موضح في الشكل (٦٣) .

ان الضغط الجزئي للاكسجين في الدم الشرياني يبلغ حوالي ٩٥ ميلي متر زئبق بينما يبلغ في هواء الاسناخ ١٠٤ ميلي مترات زئبق ويعود سبب هذا الفرق لكون ٢٪ من النتاج القلبي تذهب في اوعية دموية قليلة التهوية اما في الرئتين نفسها او في الانسجة

المجاورة ونتيجة لامتزاج تلك الكمية مع الكمية العظمى من الدم والمشبعة بالاكسجين العائد الى الجانب الايسر من القلب يتسبب هذا الانخفاض في الضغط الجزئي للاكسجين وتسمى هذه الظاهرة بالمزج الوريدي Venous Admixture .

ينقل الاكسجين في الدم الشرياني الى الانسجة وحيث يبلغ ضغطه الجزئي ٩٥ ميلي متر زئبق بينما الضغط الجزئي للاوكسجين في السائل الخلالي يبلغ حوالي ٤٠ ميلي متر زئبق وبسبب فرق الضغط الجزئي للاكسجين في دم الشعيرات والسائل الخلالي ينتشر الاكسجين من الدم الشرياني الى السائل الخلالي . كما انه بسبب عمليات الاستقلاب في الخلايا والتي يستهلك فيها الاكسجين وبصورة مستمرة مما يجعل الضغط الجزئي للاكسجين في الخلايا يبلغ حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق ونتيجة للفرق في الضغط الجزئي للاكسجين في السائل الخلالي وداخل الخلايا يتم انتشاره من السائل الخلالي الى داخل الخلايا . يعود الدم الوريدي الى الجانب الايمن من القلب وفيه يكون الضغط الجزئي للاكسجين ٤٠ ميلي متر زئبق والضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون ٤٥ ميلي متر زئبق والذي تزداد كميته في الدم الوريدي نتيجة لعمليات الاستقلاب في الخلايا . ثم يعاد ضخ الدم الى الرئتين من اجل تزويده بالاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون وتتم تلك العملية عبر الغشاء التنفسي للاسناخ .

ان حوالي ٩٧٪ من كمية الاكسجين المنقولة بالدم تتم بوساطة الهيموغلوبين بينما تنقل كمية قليلة منه بشكل ذائب في البلازما . وان كمية الاكسجين المنقولة تعمتد على خاصية الهيموغلوبين للاتحاد بالاكسجين فأن الغرام الواحد من الهيموغلوبين له قابلية الاتحاد مع ١٫٣٤ ميلي لتر من الاكسجين لذا فأذا كان الدم يحتوى على كمية ١٥ غراما من الهيموغلوبين في كل ١٠٠ ميلي لتر منه سيتمكن ان يحمل ٢٠ ميلي لتر من الاكسجين وان الدم المغادر للشعيرات الدموية الرئوية يكون مشبعا بحوالي ٩٧٪ من الاكسجين لان التشبع الكامل بالاكسجين يحتاج الى ضغط جزئي للاكسجين يبلغ حوالي ١٥٠ ميلي متر زئبق .

ان كمية الاكسجين المتحدة بالهيموغلوبين في الدم الشرياني (٩٧٪ نسبة اشباع الهيموغلوبين) تبلغ حوالي ١٩٫٤ ميلي لتر لكل ١٠٠ ميلي لتر دم وبمرور الدم في شعيرات الانسجة ولمتطلبات عملية الاستقلاب تزال حوالي ٥ ميلي لتر من الاكسجين المتحد بالهيموغلوبين لكل ١٠٠ ميلي لتر دم لهذا يكون الدم العائد للرئتين يحتوى على حوالي ١٤٫٤ ميلي لترا كسجين في كل ١٠٠ ميلي لتر دم . ومما سبق ذكره يتبين ان ٥ ميلي

لترات من الأكسجين تزال من ١٠٠ ميلي لتر دم مروره بالانسجة وتعوض تلك الكميه المستهلكه اثناء مرور الدم في الشعيرات الرئوية .

العوامل التي تؤثر على منحنى التفارق الاكسجيني

Factors That Effect Oxygen disssociation curve

أن العوامل التي تؤثر على ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين تشمل :-

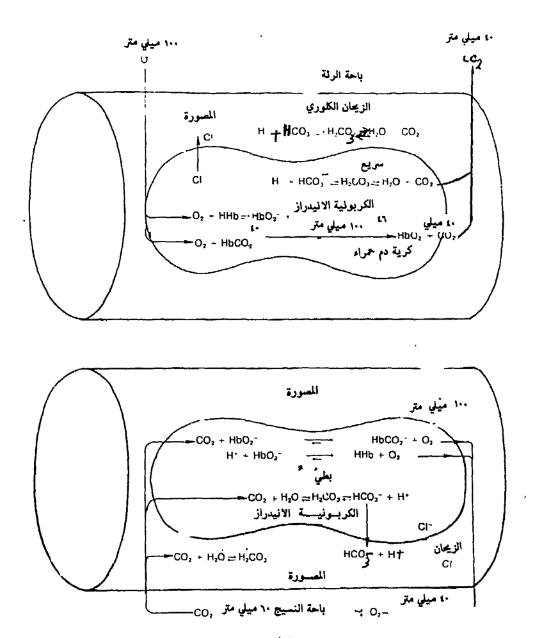
١ . تركيز شوارد الهدرجين :- ان الزيادة في تركيز شوارد الهدرجين تساعد في تحرير الاكسجين من الهيموغلوبين اما قلتها فتزيد من قوة ترابط الاكسجين بالهيموغلوبين .

٢ . تركيز ثاني اكسيد الكربون :- ان الزيادة في تركيز ثاني اكسيد الربون على مستوى الانسجة تجعل الدم اكثر حمضية مما يساعد على تحرير الاكسجين من الهيموغلوبين وبالتالي تزود الانسجة بالاكسجين وتسمى هذه الظاهرة بتأثير هالدن (Haldene – Effect) . اما على مستوى انسجة الرئة ونتيجة لطرح كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون خارج الجسم . فتقل نسبته في الدم وهذا مما يساعد على ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين .

٣ . درجة الحرارة :- ان ارتفاع درجة الحرارة يساعد في انفصال الاكسجين من الهيموغلوبين لهذا فأن ارتفاع درجة الحرارة في الخلايا الفعاله يسهل من تزودها بالاكسجين موازنة مع الخلايا غير الفعاله .

٤ . تركيز ثاني فسفات الكليسيرول 2,3, Diphosphglycerol

ان زيادة تركيز ثاني فسفات الكليسيرول في كريات الحمر تقلل من قابلية اتحاد الهيموغلوبين بالاكسجين . وتوجد العديد من العوامل التي تزيد من انتاج ثاني فسفات الكليسيرول كما في حالة فقر الدم وحالات نقص التأكسج (Hypoxia) كما توجد عدة هرمونات تزيد من انتاج ثاني فسفات الكليسيرول كهرمون النمو وهرمونات الغدة الدرقية .



الشكل (٦٣)

نقل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون

تأثير التارين الرياضية على قابلية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين

تـزداد سرعـة انفصـال الاكسجين من الهيـوغلـوبين خـلال التارين الريـاضيـة والتي تؤدي الى تزويد العضلات بكيات اضافية من الاكسجين وللاسباب الاتية :ـ

١ . خلال التارين الرياضية تتحرر كمية كبيرة من ثاني اكسيد الكربون .

٢ . تزداد شوارد الهدرجين نتيجة الزيادة في استقلاب العضلات .

٣ . ارتفـاع درجـة حرارة العضـلات اثنـاء التارين الريـاضيـة بحـوالي ٣ ـ ٤ درجات مئوية .

٤ . زيادة في المركبات الفسفاتية .

نقل ثاني اكسيد الكربون Carrioge Of Carbon Dioxode

يبلغ الضغـط الجزئي لثـاني اكسيـد الكربـون في الـدم الشريـاني ٤٠ ميلي متر زئبـق ونتيجة لعمليات الاستقلاب المستمرة في الخلايـا تنتج كميـات كبيرة منـه مما تسبب فرقـا في ضغطـه الجزئي داخل الخلايـا مع ضغطـه الجزئي في دم الشعيرات الجهـازيـة ونتيجـة لهذا الفرق ينفذ ثاني اكسيد الكربون من خلايا الى الدم لهذا فأن ضغطه الجزئي في الدم العائد الى الرئتين يساوي ٤٦ ميلي متر زئبق بينـا ضغطـه الجزئي في هواء الاسنـاخ يبلغ ٤٠ ميلي زئبق وبسبب هـذا الفرق على جـانبي الغشـاء التنفسي ينفـذ من الـدم الى هـواء الاسناخ ليطرح خارج الجسم وبهذه العملية يتخلص الجسم من الكميات الزائـدة من ثـاني اكسيد الكربون وكما هو موضح في الشكل (٦٣) .

اما كيفية نقل ثاني اكسيـد الكربون بـالـدم فـأن . حوالي ٦٤٪ من كميتـه تنقل على شكل بيكربونـات اذ ان جزءا قليلا من البيكربونـات يتكون في البلازمـا نتيجـة لاتحـاد ثاني اكسيد الكوبون مع الماء المكون لسائل البلازمـا امـا الجزء الاعظم من البيكاربونـات فيتكون داخل الكريـات الحمر وذلـك بسبب وجـود كميـات كبيرة من انظيم الكربـونيـة الانيـــدراز Carbonic Anhydrase والـــذي يسرع من هـــدرجـــة ثـــاني اكسيـــد الكربـون ليكـون حمض الكربـونيـك كما ان ذلـك الانظيم يسـاعـد ايضـا في تحلـل حمض الكربونيك الذي ينتج عنه تحرير ثاني اكسيد الكربون الذي يطرح الى هواء الاسناخ .

ان حمض الكربونيـك المتكون داخل الكريـات الحمر يتحلـل بسرعـة مكـونـا شـوارد البيكربونات والهدرجين ونتيجة لارتفاع كميـة البيكربونـات داخل الكريـات الحمر تنفـذ

البيكربونات الى البلازما . ولخصوصية غشاء الكريات الحمر والتي تعرقل خروج شوارد الهدرجين من الكريات الحمر يندفع الكلوريد من البلازما الى داخل الكريات الحمر مسببا زيادة في كميته داخلها مع نقصان في كميته في البلازما ولكن شوارد البيكربونات تزداد في الكريات الحمر والبلازما معا وتطلق على هذه الظاهرة الخاصة بحركة شوارد الكلوريد ظاهرة الزيحان الكلوري Chloride Shift .

أن ٩٪ من ثاني اكسيد الكربون ينقل بشكل ذائب في البلازما بينما النسبة الباقية والتي تمثل ٢٧٪ تنقل بوساطة اتحادها بالهيوغلوبين على شكل مركبات امينية كربونية (كربوامينو هيموغلوبين) Carboamino – hemo globin والتي تسبب تحرير الاكسجين من الهيوغلوبين وفضلا عن ذلك ونتيجة لتكون كميات من شوراد الهدرجين داخل الكريات الحمر تزداد الحموضه داخلها مسببة تحرير كميات اضافية من الاكسجين وبهذه العملية تتم ازالة الاكسجين من الهيوغلوبين لتزود الانسجة به .

تنعكس تلك العملية بكاملها عند رجوع الدم الى الرئتين حيث يعمل انظيم الكربونية الانيدراز في الكريات الحمر على تحليل البيكربونات الى ثاني اكسيد الكربون والماء ونتيجة لدخول البيكربونات الى الكريات الحمر تزداد نسبة الشحن السلبية داخلها مما يسبب اخراج شوارد الكلوريد الى البلازما . وللتركيز العالي للاكسجين في هواء الاسناخ يسبب ازاحة ثاني اكسيد الكربون من الهيوغلوبين وبهذه العملية يتم التخلص من الكميات الزائدة من ثاني اكسيد الكربون والتي تطرح الى هواء الاسناخ ومن هناك الى خارج الجسم .

حاصل التنفس للتفاعلات الكيمياوية في الانسجة

Respiratory Quotiont Of The Chemical Reactions In The Tissues

يمثل حاصل التنفس النسبة بين حجم ثاني اكسيد الكربون المتكون الى حجم الاكسجين المستهلك .

وهذه النسبة تتغير وفق التغير الذي يحدث في عمليات الاستقلاب فمثلا اذا استخدم الشخص السكريات (Carbohydrate) فقط في عمليات الاستقلاب فأن نسبة ثاني اكسيد الكربون المنتج الى الاكسجين المستهلك تساوي واحدا . ولكن اذا

استخدام الشخص الدهون (Fat) في عمليات الاستقلاب لانتاج الطاقة فأن قسما من ذرات الاكسجين المستخدمه في عمليات الاستقلاب تتحد مع ذرات الهدرجين لتولد جزئيات الماء اما كمية ثاني اكسيد الكربون المنتجة فتقل عما عليه في استعمال السكريات لانتاج الطاقة .

وعلى العموم ان تناول الشخص الغذاء الاعتيادي والذي يحتوى على نسبة معينة من السكريات والدهون والبروتين فأن حاصل التنفس يبلغ حوالي ۰٫۸۲٥ .

آلية تنظيم التنفس

Mechanism of Respiratory Regulation

وتشمل التنظيم العصبي والتنظيم الكيمياوي :

اولا : التنظيم العصبي للتنفس Nervous Regulation of Respiration

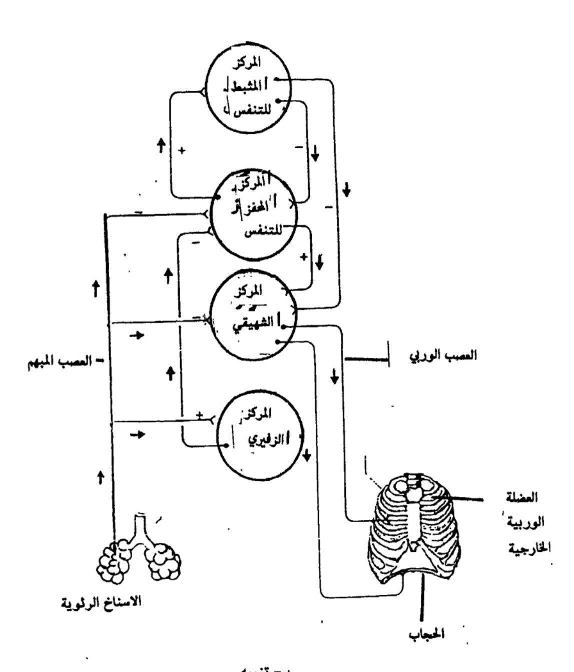
ينظم الجهاز معدل تهوية الاسناخ وفقا لمتطلبات احتياجات الجسم مما يحافظ على معدل ثابت للضغط الجزئي لكل من الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في الدم . ان المراكز التنفسية (المركز الشهيقي والزفيري Inspiratory and expiratory Centers والتي تتكون من مجاميع من الخلايا العصبية موجودة في المادة الشبكية للبصلة .

اما مركزا التنفس في الجسر فهما المركز المثبط للتنفس (مركز النيموتاكس Pneumotaxic center) والمركز المحفز للتنفس (مركز ابنوستك Apneustic center) واللذان ينظمان عمل مركزي التنفس في البصلة .

توجد منطقة في البطين الرابع للدماغ تتحسس للتغير الحاصل في تركيز شوارد الهدرجين في السائل المخي النخاعي (Cerebro – Spinal Fluid) .

ان مركزي التنفس في البصلة يمثلان المركز الرئيس والمهم للتنفس وينقسمان الى المركز الشهيقي والمركز الزفيري . وهذان المركزان متصلان مع بعضهما من خلال مجموعة من الالياف العصبية والتي بدورها تعمل على انتاج الافعال المتعاكسه بينهما حيث اذا نبه مركز الشهيق فأنه يرسل الدفعات المثبطه الى مركز الزفير عن طريق تلك الالياف لأيقافه عن العمل ويحدث العكس عندما ينبه مركز الزفير ، وكما هو موضح في الشكل (٦٤) .

أن عملية دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منهما تعتمد على التكرار النظامي لتقلص عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الوربية وعضلات التنفس الاخرى . وارتخائها عند



+ = تنبيه
- = تثبيط

الشكل (٦٤)
آلية تنظيم التنفس

تنبيه مركز الشهيق يرسل الدفعات العصبية والتي تنحدر باتجاه النخاع الشوكي ومن هناك تصل الى نوى الاعصاب الوربية Nuclei of the intercostal nerves

ونواة العصب الحجابي (Phrenic nerve) حيث تنتقل تلك الدفعات من خلال العصب الحجابي الى عضلة الحجاب الحاجز والى العضلات الوربية عن طريق الاعصاب الوربية ونتيجة لوصول تلك الدفعات الى عضلات التنفس تسبب تقلصها مما ينتج عنه عملية الشهيق ودخول الهواء الى الرئتين الذي يسبب تمددها وانتفاخها مما ينبه مستقبلات المط والتي معظمها موجود في الجدار الحشوى والتي بدورها تقوم بأرسال الدفعات العصبية الى مركز التنفس عن طريق العصب المبهم . ان هذه الدفعات تقوم بتثبيط عمل مركز الشهيق ونفس الوقت تنبه المركز الزفيري مما يعزز من التأثير المثبط لتلك الدفعات على المركز الشهيقي وكذلك ان الدفعات الصادرة من المركز الزفيري الى مركز النيموتاكس تسبب تثبيط عمل مركز أبنوستك في الجسر والذي بدوره يقوم بتعزيز عملية تثبيط عمل المركز الشهيقي وايقافه . ونتيجة لايقاف عمل المركز الشهيقي ترتخي عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الوربية الخارجية وكذلك نتيجة لتنبيه المركز الزفيري يسبب تقلص عضلات التنفس الزفيريه كالعضلات الوربية الداخلية .

تستمر عملية الزفير حوالي ثلاث ثوان ومن ثم تصاب الخلايا العصبية في المركز الزفيري بالتعب مما يسبب توقفها عن العمل وبنفس الوقت تنشط الخلايا العصبية في المركز الشهيقي نتيجة لتوقف الدفعات المثبطة الواردة لها . وبدوره يبدء المركز الشهيقي بأرسال الدفعات العصبية الى عضلات الشهيق وكذلك يرسل دفعات مثبطه الى المركز الزفيري لايقافه عن العمل طيلة مدة الشهيق والتي تستمر لمدة ثانيتين . ونتيجة للتعب الذي تصاب به الخلايا العصبية المكونه للمركز الشهيقي تتوقف عن العمل لتبدأ عملية الزفير وبهذه الصورة تستمر عملية الشهيق والزفير وعلى شكل متناسق ونظامي .

ان التغير الخاص الذي يحدث في عملية التنفس ناتج عن الدفعات العصبية الواردة من مختلف اقسام الجهاز العصبي . وتؤدي انواع خاصة من فعاليات الجهاز العصبي العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس كالدفعات الصادرة من القشرة الدماغية مثلا تؤدي العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس اثناء التارين الرياضية .

كما ان الدفعات العصبية الواردة من النخاع الشوكي تحافظ على فعالية المركز التنفسي فأذا قطع النخاع الشوكي عند منطقة اتصاله بالبصلة فأن فعالية الجهاز التنفسي تصاب بالوهن والضعف . وعلى العموم ان الدفعات الصادرة من مختلف المستقبلات الحسية

المحيطية للجسم لها الاثر الاساس في المحافظة على تنفس طبيعي . ففي بعض الحالات التي يتوقف فيها التنفس تسبب المنبهات الخارجية تنشيط .مركز التنفس وعودة التنفس لحالته الطبيعية كرش الماء البارد على الجلد مثلا .

منعكسات هيرنك ـ بريور Hering Breure Reflexes

عندما تبدء عملية الشهيق وبسبب دخول الهواء الى الرئتين تمدد وتنتفخ الرئتان مما ينتج عن ذلك تنبيه مستقبلات المط (Stretch Receptors) (وهي مستقبلات موجودة بصورة عامة في القصيبات) ونتيجة لتنبيه هذه المستقبلات تتولد الدفعات العصبية . وترسل هذه الدفعات الى مركزي التنفس في البصلة وينتج عن تلك الدفعات تحفيز المركز الزفيري وايقاف عمل المركز الشهيقي مسببا بدء عملية الزفير واخراج الهواء من الرئتين مما يسبب التقليل من حجمها مؤديا الى انكاشها مما ينتج عنه تنبيه مستقبلات الانكاش او الانضغاط (Compression Receptors) الموجودة في حواجز الاسناخ حيث تقوم هذه المستقبلات بأرسال الدفعات التي تسبب ايقاف عملية الزفير اي ان تأثير تلك الدفعات معاكس لتأثير الدفعات الصادرة من مستقبلات المط .

منعكسات الجيب السباتي والقوس الابهري

reflexes of The Carotid Sinus and The Aortic Arch

توجد في جدران الجيب السباتي وكذلك في القوس الابهرى مستقبلات متخصصه وحساسة لأي تغير يطرأ على الضغط الدموي . ففي حالة ارتفاع ضغط الدم تحفز هذه المستقبلات لترسل دفعات بوساطة الياف العصب اللساني البلعومي والياف العصب المبهم الى المراكز التنفسية مسببه التقليل من التنفس وابطائه ونتيجة لارتباط هذه المستقبلات بجهاز الدوران تسبب تلك الدفعات تقليل من ضغط الدم وذلك عن طريق التوسع الحاصل في الاوعية الدموية وكذلك تقلل من سرعة القلب والعكس صحيح في حالة انخفاض الضغط الدموي اذ تزداد سرعة التنفس فمثلا اذا منع وصول الدم (بصورة موقتة) الى الجيبين السباتيين الايمن والايسر فأن ضغط الدم فيهما سينخفض الى الصفر مسببا تسريع عملية التنفس .

منعكسات مستقبلات التهيج

Reflexes of irritation Receptors

ان هذه المستقبلات موجودة في الامرارات التنفسية وتتحسس للمواد الداخلة في هواء الشهيق (كجزيئات الغبار والغازات الضارة بالصحة) التي تسبب تهيجا في انسجة الرئة الرقيقة . ان الدفعات الصادرة من تلك المستقبلات تسبب تضيقا في القصيبات الهوائية مما يقلل من دخول الهواء الى الرئتين وبالتالي توفر الحماية للانسجة الرئوية من المواد الضارة في هواء الشهيق .

منعكسات المستقبلات الكيمياوية

Reflexes of chemical Receptors

أن المستقبلات الكيمياوية توجد بصورة عامة في الابهر والجبيبن السباتيين وتسمى الجسم الابهرى Aortic body والجسمين السباتيين Carotid bodies . حيث تتحسس للنقصان في الضغط الجزئي للاكسجين والزيادة في الضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون او النقصان في الباهاء حيث تقوم بأرسال الدفعات لتسريع التنفس وزيادة ضغط الدم من خلال تضيق الاوعية وهذه بالتالي تزيد من النتاج القلبي .

ثانيا : التنظيم الكيمياوي للتنفس Chemical Regulation of Respiration

ان الهدف الرئيس والاخير لعملية التنفس هو المحافظة على تركيز طبيعي لكل من الاكسجين وثاني اكسيد الكربون وشوارد الهدرجين في سوائل الجسم .

ان التنظيم الكيمياوي لعملية التنفس في الاحوال الاعتيادية يعتمد كليا على تركيز كل من ثاني اكسيد الكربون وشوارد الهدرجين اما بالنسبة للاكسجين فليس له تأثير يذكر في عملية تنظيم التنفس في الاحوال الاعتيادية بأستثناء بعض الحالات غير الطبيعية والتي يؤدي فيها الاكسجين العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس كحالات الالتهاب الرئوي (ذات الرئه) Pneumonia والنفاخ الرئوي Emphysema. يمثل ثاني اكسيد الكربون العنصر الاساسي في التنظيم الكيمياوي لعملية التنفس وذلك بالتأثير المباشر على المركز التنفسي في البصلة او بصورة غير مباشرة عن طريق شوارد الهدرجين المتكونه نتيجة لذوبانه بالماء وتكوين حمض الكربونيك الذي بدوره يتحلل الى شوارد البيكربونات وشوارد الهدرجين اذ ان الزيادة الحاصلة في شوارد الهدرجين ايضا تنبه المركز التنفسي وتزيد من معدل تهوية الاسناخ .

فمن الملاحظ اذا تنفس الشخص هواء اعتياديا لايحدث اي تغير غير طبيعي في عملية التنفس ولكن اذا ازدادت نسبة ثاني اكسيد الكربون في الهواء بنسبة ٥٪ فعند ذلك تزداد سرعة التنفس وكذلك في نفس الوقت يزداد عمقه .

اما اذا ارتفعت نسبة ثاني اكسيد الكربون الى اكثر من ٦٪ ففي هذه الحالة تتباطأ الاعمال التنفسية والدورانية ويصاب الشخص بالدوار والصداع وبالتالي يفقد شعوره واحساسه ويصبح بحالة أغماء تام يؤدي الى الوفاة في خلال وقت قصير . اما بالنسبة للتغير الذي يحصل في تركيز الاكسجين في الدم الشرياني فلا يؤثر بصورة مباشرة على مركز التنفس ولكن تتحسس المستقبلات الكيمياوية في الاجسام السباتية والابهر . عندما تقل نسبة اشباع الهيموغلوبين بالاكسجين في الدم الشرياني والتي يكون فيها الضغط الجزئي للاكسجين اقل من ٦٠ ميلي متر زئبق عند ذلك ترسل الدفعات العصبية من هذه المستقبلات الى المركز التنفسي لتنبهه وبذلك يزداد معدل تهوية الاسناخ حتى يتم تقويم النقصان الرئيسي وتصحيحه في تركيز الاكسجين فمن الملاحظ ان الشخص الذي يعيش في المناطق العالية كالجبال والاجواء التي يقل فيها الضغط الجزئي للاكسجين عن المعدل الاعتيادي ففي البداية نتيجة لقلة الاكسجين في الهواء ينبه المركز التنفسي ويزداد معدل تهوية الاسناخ ونتيجة لتلك الزيادة تطرح كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون من الجسم مما يسبب قله في ثاني اكسيد الكربون وشوارد الهدرجين في الدم وهذا له تأثير سلبي على المركز التنفسي ويعاكس التأثير الناتج عن قلة الاكسجين في الهواء مما يسبب الاقلال من فعالية المركز التنفسي ولكن بعد فترة (حوالي اسبوع) يتكيف الشخص للنقصان الحاصل في تركيز ثاني اكسيد الكربون وشوارد الهدرجين في الدم مما يلغي دورها في التقليل من فعالية المركز التنفسي ونشاطه وينتج عن ذلك زيادة في معدل تهوية الاسناخ قد يصل الى خمسة اضعاف ماهو عليه في الاحوال الاعتيادية .

نقص التأكسج Hypoxia

يمثل الظرف الذي تقل فيه كمية الاكسجين الواصلة الى مختلف انسجة الجسم او عجز الانسجة من الافادة من الاكسجين المتوفر .

ان انسجة الجسم تحتاج وبصورة مستمرة الى كميات وافرة من الاكسجين لتمكنها من اداء فعالياتها الحيوية فأذا حدث اي عائق يحول دون وصول الاكسجين الكافي لهذه الاسجة ولاي سبب كان فانها سوف تعاني عرقلة او توقفا في فعالياتها الحيوية .

أسباب حالة نقص التأكسج تشمل :ـ

١ . قلة الاكسجين في هواء التنفس كالذي يحدث لشخص يتنفس خليطا غازيا لايحتوي على كمية كافية من الاكسجين او في حالة انخفاض الضغط الجزئي للاكسجين كما في حالة اجواء المرتفعات العليا .

٢ . انسداد الامرارات التوصيلية او التنفسية مما يعيق دخول الاكسجين الى الاسناخ والانسداد تسببه عدة عوامل مثل عجز عضلات التنفس وحالة نفاخ الرئه وحالة الوذمه الرئوية والتي تسبب امتلاء الاسناخ بالسائل مما يقلل من كمية الاكسجين الواصلة الى الغشاء التنفسي بالرغم من ان نسبته في هواء الشهيق طبيعية .

٣ . القصور في عملية تبادل الغازات من خلال الغشاء التنفسي . في هذه الحالة ان كمية الاكسجين الواصلة الى الاسناخ طبيعية حيث لايوجد انسداد في منفذ الهواء ونسبته في هواء التنفس طبيعية ولكن سبب تلك الحالة يعود الى الغشاء التنفسي غير الطبيعي مما يقلل من تبادل الغازات خلاله كالذي يحدث في حالة التليف الرئوي .

٤ . قلة الهيوغلوبين :ـ ان وجود كمية طبيعية من الهيوغلوبين في الدم ضروري لنقل الكميات المطلوبة من الاكسجين الى انسجة الجسم فاذا حدث نقصان في كمية الهيوغلوبين كما في حالة فقر الدم نتج عن ذلك نقصان في كميات الاكسجين المنقولة الى الانسجة بالرغم من ان نسبة الاكسجين في هواء الاسناج طبيعية وعملية تبادل الغازات خلال الغشاء التنفسي ايضا طبيعية . وتوجد ايضا اسباب اخرى تقلل ميل الهيوغلوبين للاتحاد بالاكسجين او تبطله كالتسمم بأول اكسيد الكربون حيث ان غاز اول اكسيد الكربون شديد الالفه للهيوغلوبين والذي يجعل الهيوغلوبين على غير استعداد لحمل الاكسجين ونقله الى الانسجة المختلفة وعندئذ تعاني هذه الانسجة من نقص التأكسج .

٥ . قصور الجهاز القلبي الوعائي :ـ كما في حالة قصور القلب (Heart Failure) او تضيق الاوعية الدموية الحاد مما ينتج عنه الاقلال من كمية الاكسجين الواصلة الى الانسجة .

٦ . قصور الانسجة في استخلاص الاكسجين من الدم تحدث هذه الحالة نتيجة لتسمم الخلايا كالذي يحدث في حالة التسمم بمركبات السيانيد مما يحول دون تمكين

الخلايا من اخذ الاكسجين اللازم لها من الدم . وكذلك تحدث هذه الحالة المرضية في وجود الوذمة حيث يمتلئ الحيز الخلالي بكميات كبيرة من السوائل وينتج عن ذلك زيادة في المسافة التي ينفذ خلالها الاكسجين من الدم الى الخلايا وهذا مما يقلل من تزويد الخلايا بالكمية المطلوبة من الاكسجين .

ان حالة نقص التأكسج المعتدلة توهن النشاط العقلي مسببه سباتا وكذلك تقلل من سعة العمل العضلي . اما حالة نقص التأكسج الحاد فتسبب تلف الخلايا وموتها .

الزراق Cyanosis

هي حالة تغير لون الجلد والاغشية المخاطية نحو الزرقة الداكنة وتنتج بسبب اللون الداكن للدم في الاوعية الدموية الشعرية السطحية للجلد بسبب وجود كميات من الهيموغلوبين المختزل اكثر من المستوى الطبيعي . في الحالات الطبيعية يكون الهيموغلوبين في الدم الشرياني مشبعا تقريبا بالاكسجين وعند مروره بالشعيرات تستخلص الانسجة منه ربع كمية الاكسجين التي يحملها (أي ان كمية الهيموغلوبين المختزل تبلغ حوالي ٥ غم) تتم اعادة تأكسد هذه الكمية من الهيموغلوبين بالاكسجين عند رجوع الدم الى الرئتين ولكن في بعض الحالات المرضية (نقص التأكسج ،والاختناق والركود او البطء في سرعة الدورة الدموية ... الخ) التي تعيق اعادة تأكسد تلك الكمية من الهيموغلوبين لذلك تكون كمية الهيموغلوبين المختزل في الدم ٥ غم / ١٠٠ ميلي لتر او اكثر (حسب شدة الحالة المرضية) وبذلك تتولد حالة الزراق .

فرط الكربمية Hypercapnia

تتصف هذه الحالة بزيادة كبيرة في كمية ثاني اكسيد الكربون في سوائل الجسم والتي تنتج بصورة خاصة من زيادته في الخلايا .

وحالة فرط الكربمية تصاحب عادة حالة نقص التأكسج الناتجة بسبب الخلل في الجهاز القلبي الوعائي والذي ينتج عنه ركود الدورة الدموية او بطء في سرعتها مما يقلل من سرعة أزالة ثاني اكسيد الكربون من الجسم .

ان الزيـادة في ثـاني اكسيـد الكربون في سوائل الجسم تنبـه التنفس لطرح الكميـات الزائدة منه خارج الجسم . وعندما يرتفع الضغط الجزئي لثـاني اكسيـد الكربون في هواء الاسنـاخ الى حـوالي ٧٠ ميلي متر زئبـق تحـدث حـالـة ضيـق تنفس (بهر) (Dyspnea) لاتطاق ولكن لو وصل ضغطه الجزئي الى ٨٠ ميلي متر زئبق عند ذاك يصـاب الشخص بالدوار والصداع وربما يصبح في حالة سبـات .اما اذا ارتفعت النسبـة الى مـابين ١٠٠ ـ ١٥٠ ميلي متر زئبق سببت حالة سبات تام وادق الى الوفاة .

المدواة بالاكسجين Oxygen Therapy

يتضـح ممـا سبـق ذكره بـأن الجسم يحتـاج الى كميـات وافيـة وبتجهيز مستمر من الاكسجين وان أي نقصـان في كميـات الاكسجين الواصلة الى الخلايـا تسبب اضطرابـا في انتـاج الطـاقـة . وهـذا النقصـان في كميـات الاكسجين الوارده الى الانسجـة تسببـه عـدة عوامـل مختلفـة ولكن الظروف التي غـالبـا تتطلب المـداواة بـالاكسجين هي في الحـالات الحادة لنقص الاكسجين كما في حالة التسمم بأول اكسيد الكربون وامراض الرئـة واستعمال التخدير العام لمدة طويلة واستعمال بعض العقاقير والتي تثبط مركز التنفس مما ينتج عنه نقصـان في تـوتر الاكسجين في بـلازمـا الـدم مـؤديـا الى الاقـلال من تكـوين الاكسي هيموغلوبين .

ان الغاية من المداواة بـالاكسجين هي اعـادة ضغطـه الجزئي الى مستواه الطبيعي في الرئتين والذي بـالتـالي يؤدي الى تحميل الـدم بـالكميـة المطلوبـة من الاكسجين وفي هـذا الظرف يجب ان يتنفس المصاب هواء تزداد فيه نسبة الاكسجين اي عدم تنفس اكسجين وحدة لأن ذلك سوف يؤدي بعد فترة الى توقف عملية التنفس ويعود السبب لفقدان (أو قلة) ثاني اكسيد الكربون الذي هو اقوى عامل محفز للمراكز التنفسيـة ويستعمل في مثل هذه الحـالات خيمـة الاكسجين او قنـاع الاكسجين او القسطرة الانفيـة . وكـذلـك يجب مـلاحظـة عـدم اعطـاء كميـات كبيرة من الاكسجين والتي قـد تسبب حـالـة الانسمام الاكسجيني (Oxygen Intoxication) التي تغير معدلات استقلاب الخلايا . وجدير بالـذكر ان خـلايـا الـدمـاغ اكثر تـأثيرا بـالانسمام الاكسجيني . كما ان حـدوث حـالـة الانسمام الاكسجيني لفترة طويلة تسبب اختلاج خلايا الدماغ او تلفها .

الفصل السابع

الجهاز البولي والسائل الجسمي

الجهاز البولي :

المقدمة .

الكليتان .

- التشريح الفيزيولوجي للكلية

- التجهيز الدموي والعصبي للكلية

- وظيفة الكليون

الحالبان .

المثانة .

الاحليل .

المبيلات .

السائل الجسمي :

المقدمة .

تنظيم حجم السائل الجسمي .

مكونات السائل الجسمي .

حركة السائل الجسمي عبر الشعيرات .

الوذمة .

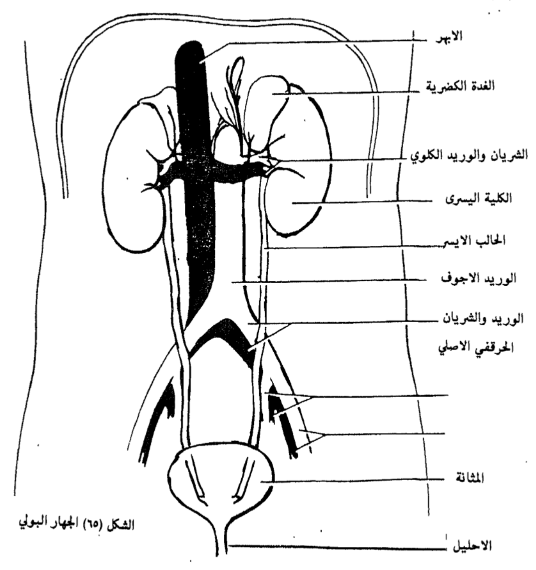
الجهاز البولي Urinary System

المقدمة :

ان وظائف الجهاز البولي الرئيسية تشمل طرح مخلفات استقلاب البروتين (وبصورة رئيسة اليوريا) وتنظيم كمية الماء في الجسم وكذلك المحافظة على التركيز الطبيعي للشوارد في الدم (الصوديوم ، والبوتاسيوم ، والكلسيوم ، والفسفات ، والكلوريد) ، وتنجز هذه الوظائف من خلال تكوين البول وافراغه .

كذلك يساهم الجهاز البولي في تنظيم باهاء الدم .

يتكون الجهاز البولي من الكليتين ، والحالبين ، والمثانة والاحليل كما في الشكل (٦٥) .



الشكل (٦٥) الجهار البولي

الكليتان Kidneys

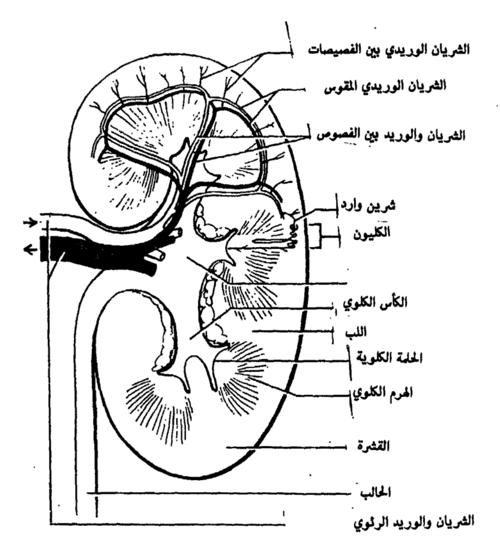
يتضح مما سبق ذكره ان الوظيفة الاساسية للكليتين هو تنظيم حجم ومكونات السائل خارج الخلايا على الرغم من التغييرات الكبيرة في محيط الانسان وكمية الماء والغذاء المتناول ويتم ذلك من خلال عدة عمليات تنتهي بتكوين البول . (Urine) يتلخص تكوين البول في ثلاث عمليات وهي الترشيح واعادة الامتصاص والافراغ .يتم ترشيح جزء من مكونات الدم في تراكيب خاصة تدعى الكبيبات glomeruli حيث يكون الراشح خاليا من كريات الدم والمواد ذات الاوزان الجزيئية العالية . تطرأ تغييرات على الراشح عند مروره في سلسلة من القنوات حيث يتم اعاة امتصاص reabsorption بعض المواد من الراشح مرة ثانية الى الدم لينخفض حجم سائل الراشح حوالي ٩٩٪ يتم افراز بعض المواد والاملاح الضارة على شكل البول الى حوض الكلية ثم الى الخارج عن طريق الحالبين والمثانة والاحليل . كذلك تعمل الكلية كغدة صماء حيث تفرز هرمون الرينين الذي يساهم في تنظيم ضغط الدم وكذلك هرمون مكون الحمر (اريثروبويبيثين) الذي يحفز نقي العظم لتكوين الخلايا الحمر .

التشريح الفزيولوجي للكلية :ـ

تقع الكليتان في الجزء الظهرى من التجويف البطني وعلى جانبي الابهر ، خارج الصفاق peritoneum . أن شكل الكلية شبيه ببذرة حبة الفاصوليا ، حيث ان الجزء الوسطي مقعر ويسمى نقير Hilus والذي يمثل منطقة دخول الاوعية الدموية والاعصاب وخروج الحالب الذي بدوره يتسع داخل الكلية حيث يسمى الحوض الكلوي (renal pelvis) .

تتكون الكلية بصورة رئيسة من اللب والقشرة وكما هو موضح في الشكل (٦٦) :ـ

اللب Medulla :ـ يمثل الجزء الداخلي للكلية ويحيط بحوضها يكون مقسما الى عدة اقسام (٨ ـ ١٨) وكل قسم يظهر على هرم مقلوب . قمته متجهه نحو حوض الكلية وقاعدته مغطاة بالقشرة . عند اخذ مقطع للهرم يظهر مخططا وذلك لوجود قنوات الجمع



الشكل (٦٦) الكلية

collecting ducts المنتظمة بشكل شعاعي والتي تتجمع ؛ مصباتها في قمع الهرم ، والذي بدوره يصب في احدى كؤوس حوض الكلية . يحتوى اللب فضلا عن قنوات الجمع على عرى هنلي loops of Henli .

القشرة Cortex :ـ وتشمل الجزء الخارجي للكلية وتقع بين اللب ومحفظة (كبسولة) الكلية والتي هي طبقه رقيقة من الانسجة الضامه التي تحيط بالكلية .

يكون مظهر القشرة حبيبيا وذلك لاحتوائه على العديد من الكبيبات الكلوية

renal glomeruli . وتحتوى القشرة كـــذلـــك على النبيبـــات الملتـــويـــة الـــدانيـــة Distal covoluted tubules والنبيبات الملتويـة القـاصيـة . proximal covoluted tubules
ويحتوى على بعض عرى هنلي .

يـوجـد في الكليـة حـوالي مليـون وحـده كلـويـة تـدعى كليـون nephrone تعمـل على تنظيم مكونات الدم وتكوين البول .

The nephrone الكليـون

وهـو تركيب انبـوبي طـويـل يمتـد من القشرة الى اللب وكما هـو مـوضـح في الشكل (٦٧) :-

الكليون

النبيبات

النبيب الـداني

النبيب القـاصي

شريان وارد

محفظـة بـومـان

شريان صادر

القشرة

اللب

عروة هنلي

قنـاة الجمع

الشكل (٦٧)

الكليـــون

يبدأ على شكل كوب ذي جدارين يدعى محفظة بومان او المحفظة الكبيبية Bomans or glomerular capsule يحيط كوب الكليون شبكة من الشعيرات الدموية وتسمى الكبيبة .

يدخل السائل المترشح من الدم المار في شعيرات الكبيبة الى المحفظة ثم الى النبيب الملتوى الداني proximal convoluted tubule ثم الى انبوب مستقيم يتجه نحو اللب ثم ينحرف مرة ثانية ليتجه نحو القشرة ويسمى عروة (حلقة) هنلي Loop of Henli الذي ينتهي في النبيب الملتوى القاصي Distal convoluted tubule . الذي يصبح مجاورا وقريبا جدا من محفظة بومان مكونا تركيبا يدعى جهاز الكبيبة Juxtaglomerular apparatus التي تساهم في تنظيم جريان الدم الكلوي . ثم تصب عدة نبيبات قاصية في قناة الجمع التي تصب بدورها في حوض الكلية .

التجهيز الدموي والعصبي للكلية :

تمتاز الكليتان بغزارة تجهيزها بالدم موازنة بباقي اعضاء الجسم . اذ يحمل الشريان الكلوي (الايمن والايسر) حوالي ٢٥٪ من النتاج القلبي اي يمر الى الكليتين من الدم مايعادل حوالي ١٢٠٠ سم^{3} لكل دقيقة .

بعد دخول الشريان الكلوي نقير الكلية ينقسم الى عدة فروع وهي الشرايين بين الفصوص interlobar arteries والتي تمر بين الاهرام متجهه نحو القشرة . تنحرف هذه الشرايين عند قاعدة الاهرام لتسير على شكل اقواس وتسمى الشرايين المقوسة arcuate arteries وكل شريان ينقسم ليعطي العديد من الشرايين بين الفصيصات interlobular arteries والتي تدخل الى القشرة لتنقسم الى عدة شرينات وارده afferent arterioles أن كل شرين وارد يتوزع الى محفظة اذ ينقسم داخلها مكونا شبكه شعرية دموية تدعى الكبيبة الكلوية ثم تتحد الشعيرات الدموية للكبيبة الواحدة مرة ثانية مكونة الشرين الصادر efferent arteriole ويكون اصغر من الشرين الوارد مما يؤدي الى رفع ضغط الدم داخل الكبيبة وهذا بدوره يساعد في عملية الترشيح ثم تنقسم الشرينات الصادرة الى شبكة من الشعيرات الدموية تحيط بنبيبات الكليون وتدعى الشعيرات حول النبيبات peritubular capillaries وكذلك تعطي الشرينات الصادرة اوعية شعرية تسمى الاوعية

المستقيمة vasarecta والتي تنزل بجوار عروة هنلي لتحيط بالقسم السفلي منها . تتحد الشعيرات حول النبيبات لتكون الوريدات بين الفصيصات ثم ينزح الدم خلال الاوردة المقوسة arcuate veins الى الاوردة بين الفصوص interlobar veins تسير بين الاهرام ثم تتجمع لتغادر الكلية خلال الوريد الكلوي renal vein من نقير الكلية . علما ان الاوردة المستقيمة تصب في الاوردة بين الفصوص ثم الى الوريد الكلوي .

أن التجهيز العصبي الى الكليتين يشتق من الضفيرة الكلوية للجهاز المستقل حيث تدخل الى الكليتين بعض الاعصاب من هذه الضفيرة مع الشرايين الكلويه وتنتشر مع الاوعية الدموية داخل الكلية . وبما ان الاعصاب محركة وعائية vasomotor لذا تنظم الدوران في الكليه بوساطة تنظيم اقطار الشرينات .

الجهاز مجاور الكبيبة The juxtaglomerular apparatus :

عندما يقترب الشرين الوارد من محفظة بومان تتحور بعض خلايا العضلات ألملساء لتصبح مكعبه او مستطيلة ذات نواة دائرية بدلا من ان تكون طولية .

يحتوى الهيولي على حبيبات بدلا من الليفات العضلية وهذه الخلايا تدعى الخلايا مجاورة الكبيبة Juxtaglomerular cells . كذلك بعض خلايا النبيبات الملتوية القاصية والمجاورة للشرين الوارد تصبح ضيقه وتسمى خلايا البقعة المركزه macula densa وكلاهما يكونان تركيبا خاصا يدعى الجهاز مجاور الكبيبة والذي يساعد في تنظيم ضغط الدم الكلوي وكذلك يعمل على تنظيم ضغط الدم العام بوساطة افراز هرمون الرينين Renin . اذ عندما ينخفض ضغط الدم يفرز جهاز مجاور الكبيبة هرمون الرينين الذي يعمل على تحويل مادة مولد الانجيوتنسين angiotensinogen الموجودة في الدم الى مادة الانجيوتنسين الاول angiotensin I وهذا بدوره يتحول بوساطة انظيم موجود في بطانة الاوعية الدموية وخاصة الموجودة في الرئة الى الانجيوتنسين الثاني angiotensin II الذي يعمل على استرداد ضغط الى المستوى الطبيعي عن طريق :-

أ . تقلص الاوعية الدموية .

ب . يحفز قشرة الغدة الكظرية لتزيد من انتاج هرمون الدوستيرون aldosterone الذي بدوره يزيد من امتصاص الصوديوم الذي يتبعه امتصاص الماء عن النبيبات القاصية فيزداد حجم الدم وكذلك تركيز الصوديوم بالماء .

وظيفة الكليون Glomerular Function

ان الجزء الاعظم من وظيفة الجهاز البولي يقوم به الكليون اما الاجزاء الاخرى من الجهاز البولي فتستعمل بوصفتها ممرات (كالحالب والاحليل) او منطقة تخزن البول (كالمثانة).يقوم الكليون بثلاث وظائف رئيسة :-

١ . التحكم في تنظيم تركيز الدم وحجمه عن طريق ازالة جزء معين من الماء والذوائب Solutes .

٢ . تنظيم باهاء الدم .

٣ . ازالة الفضلات السامه من الدم .

ان هذه الوظائف يتم الحصول عليها بوساطة ترشيح كميات كبيرة من البلازما والجزيئات الصغيرة خلال الكبيبة ثم يعاد امتصاص كميات مختلفة من كل مادة (حسب حاجة الجسم لها) أما بصورة منفعلة (passive) بوساطة الضغط التنافذي (الازموزي) والانتشار او بصورة فعاله (active) بوساطة خلايا الانابيب

ثم يتم طرح (افراغ) الجزء المتبقي من الراشح على شكل بول . ان عملية تكون البول تتم من خلال ثلاث مراحل رئيسة وهي :-

١ . الترشيح الكبيبي glomerular filtration

مما سبق ذكره فأن عملية الترشيح هي دفع السائل والمواد المذابة به خلال الغشاء بوساطة الضغط . وتحدث هذه العملية في محفظة الكلية عبر الغشاء البطاني المحفظي endothelial – capsular membrane فعند دخول الدم الى الكبيبة فأن ضغط الدم يدفع الماء والمواد ذات الحجم الصغير (التي وزنها الجزئي دون ٦٧,٠٠) خلال مسام بطانة الشعيرات الدموية . ان الراشح يشمل كل مكونات الدم

عدا كريات الدم وبعض البروتينات كبيرة الحجم ومن محتويات الراشح الماء والغلوكوز والحمضينات والفيتامينات والبروتينات الصغيرة والفضلات النتروجينية وشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم والكلوريد .. الخ . بما ان الشرين الصادر يكون اصغر من الشرين الوارد فهذا يؤدي الى زيادة الضغط الدموي داخل الشعيرات الكبيبية ويسمى ضغط الدم الكبيبي الماء السكوني . glomerular blood hydrostatic pressure

مما يجعل معدل ضغط الدم في الشعيرات الكبيبية ٦٠ ميلي متر زئبق (بينما يكون ضغط الدم الاعتيادي في الشعيرات الاخرى من الجسم ٣٠ ميلي متر زئبق) وهذا يسلط قوة على السائل في الكبيبة ليترشح الى محفظة بومان.

اما الضغط الذي يعمل على اعاقة الترشيح فهو :-

أ . ضغط الدم التناضحي osmotic pressure وقيمته ٢٠ ميلي متر زئبق .

ب . ضغط المحفظة المائي السكوني

Capsular hydrostatic pressure وقيمته ٣٠ ميلي زئبق لذا فأن الضغط الترشيحي الفعال effective filtration pressure = ٦٠ - (٣٠ + ٢٠) = ١٠ ميلي متر زئبق أي ان هذا الضغط يعمل على ترشيح كمية من البلازما من الكبيبة الى المحفظة ومقدار هذا الراشح يبلغ حوالي ١٢٥ ميلي لتر لكل دقيقة .

ان راشح الكبيبة يتناسب طرديا مع ضغط الترشيح الفعال وهذا بدوره يتغير مع تغير ضغط الدم العام . فعند حدوث نزف دموي شديد ينخفض ضغط الدم فيؤدي الى نقصان ضغط الدم الكبيبي المائي السكوني والذي حين يصل الى ٥٠ ملم زئبق تتوقف عملية الترشيح لانه يساوي الضغط المضاد للترشيح وهذا يؤدي الى حدوث حالة مرضية وتسمى الهبوط الكلوي أو الزرام renal suppression or anuria حيث تعجز الكلية عن افراغ البول .

٢ .اعادة الامتصاص النبيبي Tubular reabsorption

ان كمية الراشح الذي يجرى من الاوعية الدموية لمجموع الكبيبات الكلوية الى تجاويف محفظات بومان في الدقيقة الواحدة يدعى معدل الراشح الكبيبي glomerular filtration rate والذي يبلغ معدله عند البالغين حوالي ١٢٥ سم^3 / دقيقة

أي حوالي ١٨٠ لتر / يوم . عند مرور هذا الراشح في النبيبات الكلوية يتم اعادة امتصاصه بوساطة الاوعية الدموية المحيطة بالنبيبات اي ان معظم الراشح يعاد امتصاصه والذي يبلغ حوالي ١٢٤ سم^{3} لكل دقيقة والباقي يبلغ حوالي ١ ـ ٥ و ١ سم^{3} / دقيقة فقط اي حوالي ١ ـ ٢ لتر / يوم يطرح خارج الجسم على شكل بول . ان عملية اعادة الامتصاص تجعل الجسم يحتفظ بالمواد الغذائية والمفيدة والتخلص من المواد الضارة . ومن المواد التي يعاد امتصاصها الماء والغلوكوز والحضمينات وشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم والكلوريد والبيكربونات والفسفات بينما فضلات الاستقلاب كاليوريا تكون اعادة امتصاصها جزئية .

ان عملية اعادة الامتصاص على نوعين رئيسين :ـ

أ . اعادة الامتصاص الفعال active reabsorption كأمتصاص الصوديوم والغلوكوز .

ب . اعادة الامتصاص المنفعل Passive reabsorption

كأمتصاص الماء وبعض الشوارد التي تتبع امتصاص الصوديوم ان اكثر من ٩٩٪ من الماء يعاد امتصاصه الى الجسم ، علما ان ٨٥٪ منه يتم امتصاصه في النبيبات الملتوية الدانية وعروة هيلي وماتبقى يتم امتصاصه تحت تأثير الهرمون المضاد للابالة (فازوبريسين ADH (vasopressin) Antidiuretic hormone الذي يعمل على زيادة نفوذية النبيبات الملتوية القاصية وقنوات الجمع حيث يتم اعادة امتصاص الماء منها الى الاوعية الدموية . ان اعادة الامتصاص الفعال للصوديوم يولد فرق كامن كهربائي اي زيادة في الشحنات السلبية داخل تجويف النبيبات والتي تعمل على طرد الشوارد السلبية ومنها الكلوريد (Cl^-) والفسفات (PO_4) والكربونات (HCO_3) لذا يتم انتشار هذه الشوارد خارج تجويف النبيبات الى السائل الخلالي interstitial Fluid .

٣ . الافراز النبيبي Tubular secretion

وبهذه العملية تتم اضافة بعض المواد من الدم الى الراشح كالبوتاسيوم والهدرجين والامونيا والكرياتينين وبعض الادوية كالبنسلين . وفائدة هذه العملية هو التخلص من المواد الضارة أو الزائدة عن حاجة الجسم . وكذلك تساعد في تنظيم الباهاء.ان افراز الهدرجين والامونيا يجعل الادرار حامضيا اي يبلغ الباهاء حوالي ٦ .

الحالبان The Ureters

يوجد في جسم الانسان حالبان ،اي حالب لكل كلية . والحالب هو امتداد لحوض الكلية ليصل الى المثانة ويبلغ طوله حوالي ٢٥ ـ ٣٠ سم . يقع الحالبان خلف الصفاق retroperitoneal ويدخل الحالبان الى المثانة من الجهة العليا الجانبية لقاعدتها . عند مدخل الحالب الى المثانه لايوجد صمام ولكن طريقة دخول الحالب الى المثانة تعمل كصمام وظيفي Functional valve حيث يمر الحالب تحت المثانة لعدة سنتمترات ثم يدخل جدار المثانة بصورة مائلة . فعندما يزداد الضغط داخل المثانه نتيجة لامتلائها بالبول تنضغط فتحة الحالب فيمنع جريان البول بصورة عكسية الى داخل الحالب .

يتكون الحالب من ثلاث طبقات وهي اولا الطبقة الداخلية (الغشاء المخاطي) والتي تفرز المادة المخاطية التي تحمي الخلايا من حامضية البول . ثانيا : الطبقة الوسطى (الطبقة العضلية) وتتكون من العضلات الملساء الطولية الداخلية والدائرية الخارجية . وهذه الطبقة تكون مسؤولة عن الحركة التمعجية . ثالثا : الطبقة الخارجية (الطبقة الليفية).ان الوظيفة الرئيسة للحالب هي البول من حوض الكلية الى المثانة بوساطة الحركة التمعجية الناتجة عن تقلص الطبقة العضلية علما ان الجاذبية والضغط المائي السكوني يساعدان كذلك في حركة البول .

المثانة The Bladder

المثانه تركيب عضلي مجوف يقع في منطقة الحوض من الجسم وفي حالة امتلاء المثانة ترتفع الى التجويف البطني . يوجد في قاعدة المثانه مساحة مثلثة الشكل حيث يصب الحالبان في نقطتي القاعدة . وتكون فتحة الاحليل في رأس المثلث .

تتكون المثانة من اربع طبقات وتسلسلها من الداخل الى الخارج كما يأتي :ـ

أ . الطبقة المخاطية .

ب . الطبقة تحت المخاطية .

جـ . الطبقة العضلية .

د . الطبقة المصلية (Serous Layer) .

يتصل رأس المثلث بفتحة الاحليل حيث تحيط بالفتحة عضلات دائرية تسمى المصرة الداخلية internal sphincter وتحتها توجد المصرة الخارجية external sphincter التي تتكون من عضلة هيكلية . يتم طرح البول من المثانة بوساطة عملية التبول micturition وتتم هذه بواسطة منبه حسي عصبي ارادي وغير ارادي . ان معدل سعة المثانة يبلغ ٧٠٠ ـ ٨٠٠ ميلي لتر . وعندما يصل حجم البول ٢٠٠ ـ ٤٠٠ ميلي لتر يتولد الشعور بالتبول بوساطة مستقبلات المط stretch receptors الموجودة في جدار المثانة والتي ترسل الدفعات الى الجزء السفلي من النخاع الشوكي والتي بدورها تولد الرغبة في افراغ البول اذ ان عملية افراغ البول تتم نتيجة الدفعات اللاودية التي ترسل من المنطقة العجزية لتؤدي الى تقلص عضلات المثانة وارتخاء المصرة الداخلية ثم يرسل الدماغ (الجزء الارادي) دفعات الى المصرة الخارجية لتؤدي الى ارتخاءها فتتم عملية التبول . لذا فأن بعض آفات العمود الفقري قد تؤدي الى فقدان السيطرة على التبول .

الاحليل The Urethra

الاحليل هو انبوب صغير يصل المثانة بخارج الجسم يتراوح طوله في الاناث حوالي ٤ سم وفي الذكور حوالي ٢٠ سم ويمثل الاحليل الجزء الاخير من الجهاز البولي .

ان الوظيفة التركيبية للاحليل تتمثل في كونه ممرا لافراغ البول من المثانة وكذلك يعمل الاحليل في الذكر كقناة يمر من خلالها السائل المنوى ويفرغ خارج الجسم .

المبيلات Diuretics

المبيلات هي مواد تزيد من سرعة افراغ البول . ان معظم المبيلات تعمل بوساطة تقليل سرعة اعادة امتصاص السوائل من النبيبات . ان الغاية الاساسية لاستعمال المبيلات هي تقليل حجم السوائل في الجسم . ان الاستعمالات العلاجية الرئيسة للمبيلات هي لعلاج ارتفاع ضغط الدم والوذمه علما ان معظم المبيلات تسبب زيادة فقدان الصوديوم مع زيادة الاباله .

انواع المبيلات :ـ

١ . المبيلات التناضحية Osmotic diuretics وتشمل المواد التي يصعب اعادة امتصاصها من النبيبات كاليوريا والسكروز والمثينول . تعمل هذه

المبيلات على زيادة الضغط التناضحي داخل النبيبات مما يقلل اعادة امتصاص الماء ولذلك يزداد حجم البول وهذه تسمى الاباله التناضحية Osmotic diuresis . ويحدث كذلك نفس التأثير عند زيادة نسبة الغلوكوز بالدم كما هو الحال في مرض السكري Diabetes mellitus ، وكما هو معروف ان السكر المترشح من الدم الى الكبيبة يتم اعادة امتصاصه بصورة كاملة الى الدم مرة ثانية في الحالات الطبيعية ولكن عندما يزيد مستوى الغلوكوز بالدم عن مستوى العتبة الكلوية renal threashold (١٨٠ ملغم / ١٠٠ ميلي لتر من الدم) فان خلايا النبيبات لن تستطيع اعادة امتصاص جميع الغلوكوز المترشح والكمية المتبقية سوف تؤدي الى زيادة الضغط التناضحي في الراشح مما يسبب زيادة حجم البول polyuria فضلا عن ظهور الغلوكوز بالبول والذي يسمى بليه سكرية glycosuria .

٢ . المبيلات التي تقلل اعادة الامتصاص الفاعل :-

Diuretics that diminish active reabsorption

تعمل هذه المبيلات على تثبيط اعادة الامتصاص الفاعل مما يؤدي الى زيادة الضغط التناضحي داخل النبيات والذي بدوره يؤدي الى الاباله التناضحية وبهذه الطريقة تعمل معظم الادوية المبيلة، ومن هذه الامثلة :-

أ . الادوية التي تؤثر على عروة هنلي ومنها دواء الفروسمايد fruosemide والتي تثبط اعادة امتصاص شوارد الصوديوم والكلوريد والتي بدورها تسبب زيادة الضغط التناضحي ثم الاباله التناضحية .

ب . الادوية التي تعمل بصورة رئيسة على النبيبات الملتوية القاصية ومنها الثيازيد Thiazide والتي تثبط اعادة امتصاص الصوديوم والكلوريد من هذه النبيبات .

السائل الجسمي Body Fluid

المقدمة :

يتكون السائل الجسمي من الماء والمواد المذابة به والذي يكون حوالي ٤٥ ـ ٧٥ ٪ من وزن الجسم .

حيزات السائل الجسمي Fluid Compartments

ان ثلثي السائل الجسمي موجود في الخلايا ويدعى السائل داخل الخلايا والثلث الاخر يدعى السائل خارج الخلايا والذي يشمل السائل الخلالي والبلازما واللمف والسائل النخاعي الشوكي وسوائل جهاز الهضم وسائل العين والاذن وسائل الصفاق وسائل التامور والسائل الجنبوي .

تنظيم حجم السائل الجسمي Regulation of body fluid volume

ان المكون الاساسي للسائل الجسمي هو الماء الذي يكون مصدره سوائل الشرب (١٦٠٠ سم^{٣}) والغذاء (٧٠٠ سم^{٣}) ، والماء الناتج عن الاستقلاب (٢٠٠ سم^{٣}) . اي ان كمية الماء التي يتزود بها الجسم من تلك المصادر تبلغ حوالي ٢٥٠٠ سم^{٣} / يوم .

اما الطرق التي بوساطتها يتخلص الجسم من الماء فهي :ـ
أ . الكليتان حيث يتم طرح حوالي ١٥٠٠ سم^{٣} كل يوم .
ب . الجلد حيث يتم طرح حوالي ٥٠٠ سم^{٣}/يوم .
جـ . الرئتان حيث يتم طرح حوالي ٣٠٠ سم^{٣}/ يوم .
د . الجهاز الهضمي حيث يتم طرح حوالي ٢٠٠ سم^{٣}/يوم .

أي ان مجموع الماء الخارج من الجسم يبلغ حوالي ٢٥٠٠سم^{٣}/ يوم وهذا يساعد على ابقاء الموازنة (الاستتباب) في حجم سائل الجسم ثابتا .

ومن اهم العوامل التي تعمل تنظيم حجم السائل الجسمي :

١ . العوامل التي تنظم مدخول السوائل :
Factors that regulate fluid intake

واهم هذه العوامل هو الاحساس بالعطش (thirst)،فعندما يكون السائل المطروح اكثر من السائل الداخل للجسم ينتج عنه حالة جفاف في الجسم dehyration وبنسب مختلفة، وهذا بدوره يعطي للجسم الاحساس بالعطش نتيجة للتأثير الموضعي (كقلة اللعاب وجفاف الفم والبلعوم)، وكذلك عن طريق التأثير العام الذي يؤدي الى زيادة الضغط التناضحي والذي يحفز مركز العطش في الوطاء ليولد الاحساس بالعطش ثم الرغبة في شرب الماء لتعويض السائل المفقود .

٢ . العوامل التي تنظم نتاج السوائل
Factors that regulate fluid out put

في الحالات الطبيعية تنظم كمية السائل المطروح من الجسم بوساطة هرمون مضاد الاباله وهرون الدوستيرون . اذ يعمل كلاهما على تنظيم تكوين البول .

اما في الحالات غير الطبيعية فان أسباب فقدان سوائل الجسم هي :

أ . زيادة حجم سائل الدم الذي يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم وزيادة سرعة الترشيح الكبيبي مسببا الزيادة في كمية السائل المطروح خارج الجسم .

ب . زيادة سرعة التنفس والتي تؤدي ايضا الى زيادة كمية السائل المطروح من الجسم .

جـ . القيء (vomiting) والاسهال (diarrhea) اللذان يؤديان الى فقدان كمية من السوائل من الجهاز الهضمي .

د . ارتفاع درجة الحرارة.

هـ . حروق الجلد والتي قد تؤدي الى فقدان نسبة كبيرة من سائل الجسم حسب نسبة الحرق .

مكونات السائل الجسمي المهمة :

المـاء :

تختلف نسبة وجود الماء في الجسم من شخص الى آخر باختلاف كمية الدهون وكذلك العمر . لـذا تتراوح نسبـة المـاء في الجسم الطبيعي بين ٤٥-٧٠٪ . وبما ان المواد الـدهنيـة تعتبر خالية من الماء لذلك تكون نسبة المـاء في الاشخـاص الضعـاف اكثر من الاشخـاص المصابين بالسمنة . كذلك تتناقص كميـة المـاء مع التقـدم في العمر ، فجسم الطفل الرضيع يحتوى على نسبة عالية من الماء . وتختلف نسبة المـاء بـاختلاف الجنس ايضـا ، اذ تتراوح نسبته عند الذكور البالغين حوالي ٦٥٪ من وزن الجسم بينما في الانـاث تكون حوالي ٥٥٪ وذلك لوجود المواد الدهنية بنسبة اعلى من الذكور .

الشوارد (كهارل) elecrtrolytes

تحتوى سـوائـل الجسم على الشـوارد ذوات الاواصر الايـونيـة والشحنـات الكهربـائيـة المتبايته كشوارد الصوديوم Na^+ والكلوريد CL^- ذوات اصره ايونيه واحده|بينما الكلسيوم Ca^{2+} والفسفات $Po4^{2-}$ ذوات آصرتين ايونيتين .

توجد ثلاث وظائف رئيسة للشوارد :

١. ان معظمها عباره عن معادن ضرورية واساسية للجسم .

٢ . تسيطر على تناضح الماء بين حيزات الجسم .

٣ . تساعد في تنظيم الباهاء وادامتها .

والشوارد الرئيسة في سائل الجسم تشمل مايأتي :-

الصوديوم :

ويمثـل اعلى نسبـة من الشـوارد المـوجـودة خـارج الخـلايـا ويكـون حـوالي ٩٠٪ من الشوارد الموجبه .

يكون الصوديوم ضرورياً في عمليـة نقل الـدفعـات في الاعصـاب والعضلات . وتعتبر حركة الصوديوم مهمة في موازنة الشوارد والسائل الجسمي .

ان مستوى تركز الصوديوم بالدم يتم السيطرة عليـه بصورة رئيسـة بوسـاطـة هرمون الدوستيرون الذي يفرز من قشرة الغـده الكظريـة اذ يعمل هـذا الهرمون على النبيبـات الملتوية القاصية وقنوات الجمع في الكليتين لزيـادة اعـادة امتصـاص الصوديوم الى الـدم .

يزداد افراز هذا الهرمون استجابة لقلة ضغط الدم او قلة النتاج القلبي وقلة الصوديوم خارج الخلايا والزيادة في البوتاسيوم خارج الخلايا وفي حالة الجهد الفيزياوي Physical stress .

الكلوريد Chloride

وهو من الشوارد السلبية الموجوده بصورة رئيسة خارج الخلايا . ويعتبر الكلوريد مهما في تنظيم فرق الضغط التناضحي بين حيزات الجسم وذلك لسهولة انتقاله من خارج الخلايا او داخلها . وكذلك في غدد الغشاء المخاطي للمعده. يتحد الكلوريد مع الهدرجين لتكوين حمض الكوريدريك hydrochloric acid (HCL) الذي يساعد في هضم الغذاء .

يكون تنظيم الكلوريد بصورة غير مباشرة تحت تأثير هرمون الدوستيرون الذي ينظم اعادة امتصاص الصوديوم الذي يتبعه امتصاص الكلوريد بصورة منفعله .

البوتاسيوم Potassium

يوجد البوتاسيوم بصورة رئيسة داخل الخلايا ويعتبر من اكثر الشوارد الموجبه داخلها . وعندما يتحرك البوتاسيوم الى الحيز خارج الخلية يتم التعويض عنه بالصوديوم والهدرجين .

يساعد البوتاسيوم في موازنة حجم السائل داخل الخلية وكذلك الباهاء . ويعتبر البوتاسيوم مهما في وظيفة الاعصاب والعضلات .

ان مستوى البوتاسيوم بالدم تتم السيطرة عليه بوساطة هرمون الالدوستيرون بطريقة معاكسه لعملية السيطرة على الصوديوم . أي عندما يكون هناك قلة في الصوديوم يزداد افراز الالدوستيرون فيؤدي الى زيادة اعادة امتصاص الصوديوم في الكلية ولكن عندما يزداد البوتاسيوم بالدم فانه يؤدي الى زيادة افراز الالدوستيرن الذي يسبب زيادة طرح البوتاسيوم مع البول خارج الجسم وهذا التأثير يحدث في النبيبات الملتوية القاصية وقنوات الجمع للكلية .

الكلسيوم والفسفات Calcium and Fhosphate

تخزن هذه الشوارد في العظام والاسنان وتفرز عند الحاجة الى الدم . يوجد الكلسيوم بصورة رئيسة خارج الخلية بينما الفسفات موجود بصورة رئيسة داخل الخلية

يعتبر الكلسيوم من المكونات الاساسية للعظام والاسنان . وله اهمية في تخثر الدم وافراز النـاقـلات الكيميـاويـة Chemical Transmitter وتقلص العضـلات وضربـات القلب الطبيعية .

تعتبر الفسفات عنصراً مهماً ايضا في تركيب العظام والاسنان ، كذلك ضرورية لتكوين الحوض النووية nucleic acids (DNA, RNA) .

تدخل الفسفات في تكوين المركبات التي تعطي طاقة كالادينوسين ثلاثي الفسفات . وتعتبر الفسفات مهمة ايضا في تفاعلات الدرء (Buffering reactions) .

ان مستوى الكلسيوم والفسفات في الدم يتم تنظيمه بوساطة عده هرمونات اهمها هرمون جنيب الدرقية Parathyroid hormone وهرمون فيتامين د وهرمون الكلسيتونين Calcitonin .

المغنيسيوم Magnesium :

يوجد المغنيسيوم بصورة رئيسة داخل الخلايا . وله أهمية في مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium – potassium Pump . كذلك له اهمية في تكوين الانظيم الذي يعمل على تحرر الطاقة بوساطة تحليل الادينوسين ثلاثي الفسفات (ATP) الى الادينوسين ثنائي الفسفات (ADP) .

ينظم مستوى المغنيسيوم بالدم بوساطة هرمون الالدوستيرون، فعندما يكون المغنيسوم بالدم قليلا يعمل على افراز الالدوستيرون الذي يسبب زيادة اعادة امتصاص المغنسيوم من النبيبات الكلوية .

حركة السائل الجسمي عبر الشعيرات

Body Fluid Movement Across The Capillaries

والتي تتمثل في حركة السائل بين البلازما والحيزات الخلاليه عبر الشعيرات .

ان سرعة جريان الدم تكون ابطأ مايكون في الشعيرات الدموية وهذه الظاهرة مهمة من اجل تبادل المواد بين الدم وانسجة الجسم .

ان الطريقة الرئيسة التي يتم بوساطتها تبادل المواد بين الدم في الشعيرات وخلايا الجسم هي الانتشار . وبعض الجزيئات الكبيرة يتم تبادلها بوساطة الاحتساء .

ان حركة الماء والمواد المذابه به خلال اغشية الاوعية الشعرية تتأثر بالعوامل الاتية :-

١. ضغط الدم المائي السكوني (ض.د.م.س) Blood Hydrostatic Pressure الذي يعمل على دفع السائل خارج الشعيرات والذي يبلغ حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق في الجهةالشريانيه من الشعيرات وحوالي ١٠ ميلي متر زئبق في الجهة الوريديه .

٢ . الضغط الخلالي المائي السكوني (ض.خ.م.س) Interstitial fluid Hydrostic Pressure وهو ضغط السائل الخلالي الذي يعمل على حركة السائل باتجاه الشعيرات ويكون عادة سلبيا ويبلغ حوالي ٦ ميلي متر زئبق .

٣ . الضغط التناضحي للدم (ض.ت.د) Blood Osmotic Pressure
الذي تولده البروتينات بالدم والذي يعمل على توجيه اتجاه حركة السائل الى داخل الشعيرات بواسطة التناضح . وتبلغ قيمته حوالي ٢٨ ميلي متر زئبق في نهايتي الشعيرات .

٤ . الضغط التناضحي للسائل الخلالي (ض.ت.س.خ) Interstitial fluid Osmotic pressure الذي يسببه وجود كمية قليلة من البروتينات في السائل الخلالي والذي يعمل على دفع السائل خارج الشعيرات ويساوي ٦ ميلي متر زئبق تقريبا في نهايات الشعيرات. ويتضح مما سبق ما يأتي :ـ

ان محصلة القوى التي تدفع السائل خارج الشعيرات =
= (ض د م س + ض خ م س + ض ت س خ) ـ ض ت د
= (٣٠ + ٦ + ٥) ـ ٢٨
= ١٣ ميلي متر زئبق .
وان محصلة القوى التي تدفع السائل الى داخل الشعيرات
= ض ت د ـ (ض د م س + ض خ م س + ض ت س خ)
= ٢٨ ـ (١٠ + ٦ + ٥)
= ٧ ميلي متر زئبق

يتضح من ذلك ان ضغط اعادة الامتصاص (٧ ميلي متر زئبق) اقل من ضغط الترشيح (١٣ ميلي متر زئبق) ، ولكن كثرة الشعيرات الدموية الوريديه والتي تكون اكثر نفوذية من الشعيرات الشريانية تحتاج الى ضغط اقل لاعادة امتصاص السائل الى الاوعية الدموية . ان ضغط اعادة الامتصاص يسبب اعادة حوالي تسعة اعشار

($\frac{9}{10}$) السائل المترشح ، والعشر الاخر ($\frac{1}{10}$) يتم اعادة امتصاصه مع بعض المواد البروتينيه بوساطة الاوعية اللمفاوية الى جهاز الدوران . وبذلك يكون السائل المترشح من الشعيرات الدموية في حالة موازنه مع السائل الذي اعيد امتصاصه بوساطة الاوعية مضافا اليه السائل الذي استرجع بوساطة الاوعية اللمفاوية .

ان هذه الموازنه تسمى قانون ستارلنك للاوعية الشعرية
. Starling's Law of the Capillaries

الوذمة (الخزب) Oedema

ان زيادة نفوذية جدران الاوعية الشعرية تسمح بزيادة السائل المترشح خارج الاوعية الدموية الى الحيز بين الخلايا للانسجة (السائل الخلالي) . وبما ان سرعة السائل المترشح اكثر من سرعة السائل المعاد امتصاصه لذا ينتج عنه تجمع السائل في الانسجة مما يسبب الانتفاخ (التورم) الذي يسمى بالوذمه .

ومن اسباب زيادة تجمع السائل الخلالي في الانسجة هو زيادة نفوذية الاوعية الشعرية كالذي يحصل عند الالتهابات او نتيجة انسداد الاوعية والعقد اللمفية بسبب الالتهابات كذلك من زيادة الضغط في الشعيرات الدموية كالذي يحدث في زيادة ضغط الدم الوريدي والذي تنتج عنه زيادة في السائل المترشح مسببة الوذمة .

- A -

abdominal muscles	العضلات البطنية
abdominal reflex	المنعكس البطني
absolute refractory period	دور الحرون المطلق
accessory nerve	العصب الاضافي
acetylcholine	أستيل كولين
achilles reflex	منعكس العرقوب
achilles tendon	العرقوب
actin	اكتين
action potential	الفعل الكامن
active electrode	المسرى الفعال
active transport	النقل الفعال
acute	حاد
adaptation	تعود
adenine	أديس
adenosine diphosphate	ثاني فسمات الادينوزين
adenosine triphosphate (ATP)	اديبوسين ثلاثي الفسمات (أتب)
admixture	مزج
aerobic	حيهوائي
affernt	وارد
afferent neurones	عصبونات واردة
age	العمر
agglutination	تراص
agglutinin	راصه (ج : راصات)
agglutinogen	مسترص (ج : مسترصات)
agonist	شادة
agranular (Smooth)	عير محببه (ملساء)
agranulocytes	كريات غير محببه
agraphia	اللاكتابية

aggression	العدوان
albumin	البومين
aldosteron	الدوستيرون
alkalinity	ألقلوية
all or non	الكل او العدم
allergy	الارجية
alpha	الفا
alpha waves	موجات الفا
alveolar ducts	القنوات السنخية
alveolar sacs	الاكياس السنخية
alveolus	سنخ (ج : اسناخ)
amino acids	حمضينات
amygdaloid nucleus	النواة اللوزية
anaphase	طور الصعود
anaphylactic reaciton	التفاعل التآقي
anastomosis	مفاغره
anemia	فقر الدم
angina pectoris	الذبحة الصدرية
angiotensin	أنجيوتنسين
angiotensinogen	مولد الانجيوتنسين
angestrom	انغستروم
ankle jerk	نفضة العرقوب
antagonist	مضادة الشادة
anterior gray horn	القرن السنجابي الامامي
anterior root	الجذر الامامي
anterior spinocerebellar tract	المسلك المخي النخاعي الامامي
anterior spinothalamic tract	المسلك المهادي النخاعي الامامي
antibodies	الاضداد
antidiuretic hormone (ADH)	الهرمون مضاد الابالة

antigen	مستضد
antigen – antibody reaction	تفاعل مستضدي - ضدي
antihypertensive	مضاد فرط ضغط الدم
anti isotrophic	متباينة الخواص
anuria	زرام
aorta	الابهر
aortic reflex	المنعكس الابهري
aortic valve	الصمام الابهري
aphasia	حبسه
aplastic anemia	فقر الدم اللانسيجي
apneustic center	مركز ابنوستك (مركز محفز التنفس)
aponeurosis	سفاف (ج: سفق)
aqueduct	مسال
arachnoid	العنكبوتي
arachnoid villi	الزغابات العنكبوتيه
arcuate arteries	الشرايين المقوسه
area	باحه (ج: باحات)
area of special senses	الباحه الحسية الخاصة
arrhythmia	لانظميه ،اضطراب النظم
arterial pulse	النبض الشرياني
arteriole	شرين (ج : شرينات)
artery	شريان
ascending tracts	المسالك الصاعده
association areas	باحات الترابط
association neurone	عصبون ترابط
association trats	المسالك الرابطة
astrocyte cells	الخلايا النجمية
ataxia	الرنح
Atbase	أتباز
atrial natruretic factor	العامل المفرغ للصوديوم

atrial reflex	المنعكس الاديني
atrio–ventricular node	العقدة الاذينية البطينية
aterio– ventricular Values	الصمامات الاذيبية البطينيه
atriopeptin	البيبتيد الاذيني
atrium	أذين
auditory association area	باحة الترابط السمعية
auditory nerve	العصب السمعي
augmentation	تضخيم
auscultatory methoh	الطريقة السمعية
autodigestion	انهضام ذاتي
autommune	منيع للذات
autoimmunity	المناعه الذاتية
autolysis	انحلال ذاتي
automaticity	ذاتيا
autonomic nervous system	الجهاز العصبي المستقل
autonomic regulation	التنظيم المستقل
autoregulation	التنظيم الذاتي
axo – axonic synapse	مشبك محوار - محواري
axo – dendritic synapse	مشبك محوار - تغصني
axo – somatic synapse	مشبك محوار - جسدي
axon	محوار
axon hillock	بروز المحوار
axon reflex	المنعكس المحواري

- B -

babinski – sign	علامة بابنسكي
bacteria	جراثيم
bainbridge reflex	منعكس بينبرج
barbiturates	البربيتورات
baroreceptors	مستقبلات الضغط
basal ganglia	العقد القاعدية
basophil	العقدة
behavioral activities	النشاطات السلوكية
biceps brachii muscle	العضلة ذات الرأسين العضدية
biceps muscle	العضلة ذات الرأسين
bile pigment	الصبغة الصفراء
bipennate	ثنائية الريشة
bipolar	ثنائي القطب
bipolar neurone	عصبون ذو قطبين
bipolar recordlg	التسجيل ذو القطبين
bladder	مثانة
blood	الدم
blood capillaries	الشعيرات الدموية
blood flow	تخثر الدم
blood groups	جريان الدم
blood hydrostaic pressure	ضغط الدم المائي السكوتي
blood osmotic pressure	ضغط الدم التناضحي
blood plasma	بلازما (مصورة) الدم
blood pressure	ضغط الدم
blood transfusion	نقل الدم
blood – brain – barrier	حائل دموي دماغي
body orifices	فوهات الجسم
bommans capsule	محفظة بومان
bone marrow	نقي العظم

bracheal plexus	الضفيرة العضدية
brain stem	جذع الدماغ
brain waves	امواج الدماغ
bronhıole	قصيبة (ج : قصيبات)
bronchus	قصبة (ج : قصبات)
buffer	دارئ
buffering reactions	تفاعلات الدرء
bundle	حزمة
bundle branch	فرع الحزمة
bundle of Hıss	حزمة هيس
bursa fıbrıcıus	جراب فابرشيوس
butilnus toxin	السم الوشيقي

- C -

calcitonin	كلسيتونين
calcıum	كلسيوم
capacıty	سعة
capıllary	شعيرة (ج : شعيرات)
capıllary bed	الفراش الشعيري
capsular hydrostatıc pressure	ضغط المحفظة المائي السكوني
capsule	محفظ
carbacol	كاربوكول
carboamıno hemoglobın	كربوأمينو هيموغلوبين
carbohydrate	سكريات
cardıac acceleratory nerves	الاعصاب المسرعة للقلب
carıac cycle	الدورة القلبية
cardıac ındex	المنسب القلبي
cardıac murmer	نفخة القلب
cardıac muscle	العضلة القلبية
cardıac out put	النتاج القلبي

cardiac pacemaker	ناظم القلب
cardiac plexus	الضفيرة القلبية
cardioacceleratory center	مركز مسرع القلب
cardioihibitory center	مركز مثبط القلب
carotid sinus reflex	منعكس الجيب السباتي
carrier	الحملة
carrier mediated diffusion	الانتشار بواسطة الحملة
cartilage	عضروف
catecholammine	كاتيكولامين
cathod ray oscilloscope	جهاز منظار ذبذبة الشعاع المهبطي
cauda equina	ذيل الحصان
caudate nucleus	النواة المذنبة
celiac ganglion	العقدة الجوفية
cell	الخلية
cell division	انقسام الخلية
cell membrane	غشاء الخلية
central body	الجسم المركزي
cetral canal	القناة المركزية
central nervous system (CNS)	الجهاز العصبي المركزي
central sulcus	التلم المركزي
cetral venous pressure	الضغط الوريدي المركزي
centriole	المريكز
centrome	الجسم المركزي
cerebellor sensory tracts	المسالك الحسية المخيخية
cerebellum	مخيخ
cerebral aqueduct	المسال المخي
cerebral cortex	قشرة المخ
cerebral hemisphere	نصف كرة المخ
cerebral nuclei	أنوية المخ

cerebral palsy	شلل المخ
cerebral ,peduncles	الشويقات المخية
,cerebro spinal fluid (CSF)	السائل المخي النخاعي
cerebrovascular accident	السكتة
cerebrum	مخ
cervical	عنقي
cervical enlargment	التضخم العنقي
cervical nerves	الاعصاب العنقية
cervical plexus	الضفيرة العنقية
chemical factors	العوامل الكيمياوية
chemical synapses	المشابك الكيمياوية
chemical transmitters	الناقلات الكيمياوية
chemoreceptors	المستقبلات الكيمياوية
chiasmata.	تصالبات
chloride	كلوريد
chloride shift	الزيحان الكلوري
cholinergic sympathetic innervation	التصيب الودي الكوليني الفعل
cholinestease	كرلينستيراز
choroid plexuses	الضفائر المشيمية
chromatin	شق الصبغي
chromatolysis	انحلال الكروماتين
chromosome	صبغي (ج/ صبغات)
chronaxie	الزمنة
chronic	مزمن
cilliary ganglion	العقدة الهدبية
cingulate gyrus	التلفيف الحزامي
circulation	دوران
cisterna	صهريج
classification	تصنيف
claustrum	النواة العائقة

clot	تجلط
clot retraction	انكماش الجلطة
coagulation	تخثر
coarctation	تضيق الابهر
coccygeal	عصعصي
coccygeal nerves	الاعصاب العصعصية
collagen	مغراء ، كلاجين
collateral ganglia	العقد الجانبية
collecting ducts	قنوات الجمع
colliculus	أكية
common carotid artery	الشريان السباتي الاصلي
communicant rami	الفروع الاتصالية
compartment	حيز (ج : حيزات)
compression receptors	مستقبلات الانضغاط
concentration	تركيز
conduction of action potential	توصيل الفعل الكامن
conduction	الامرارات التوصيلية
conductive system	جهاز التوصيل
conductivity	توصيلية
connecter	وصيل (ج / وصائل)
connective tissue	نسيج ضام
connector neurones	العصبونات الوصلية
contractility state	الحالة التقلصية
contraction	تقلص
contracture	تقفع
contralateral	الجهة المقابلة
conus medullaris	المخروط النخاعي
coordination	تناسق
coronary circulation	الدوران الاكليلي
corpus callosum	الجسم الثفني

corpus striatum	الجسم المخطط
corticobulbar	المسلك القشرى البصلي
cranial nerves	الاعصاب القحفية
cranio – sacral	القحفي ـ العجزي
creatine phsphokinase	كريتين فسفوكانيز
crenation	تقرض
cross – matching	اختبار التوافق
crossed extensor reflex	منكس البسط المتصالب
crossing over	التعابر
crude touch	اللمس الخام
cuneatus nucleus	النواة الاسفينية
curariform	كبراريفروم
cutanons circulation	الدوران الجلدي
cyanosis	الزراق
cytoplasm	الهيولى
cytosine	سيتوزين

– D –

dead space	الحيز الميت
deep muscles	العضلات العميقة
denydration	جفاف الجسم
delayed aerobic heat	الحرارة المتأخرة الحيهوائية
delayed anaerobic heat	الحرارة المتأخرة اللاحيهوائية
delta waves	موجات دلتا
deltoid muscle	العضلة الدالية
dendro – dentritic synapse	مشبك تغصن ـ تغصني
denevated atrophy	ضمور قطع الاعصاب
dentate nucleus	النواة المسننة
dendrite (dendrone)	تغصن (ج : تغصنات)

deoxyri,bonucleic acid (DNA)	حمض نووي ريبي (دنا)
depolarization	ازالة الاستقطاب
dermatomes	الشدفات الجلدية
descending	المسلك النازل
detoxification	ازالة السمية
diabetes mellitus	مرض السكرى
diakinesis	الدور الحركي
diaphragm	الحجاب
diarrhea	الاسهال
diastole	انبساط
diencephalon	الدماغ البيني
diffusion	انتشار
digitalis	ديجتالس
diisopropyl fludrophosphate	غاز الاعصاب
diphosphoglycerol	ثاني فسفات الكليسيرول
diplotene	الدور التضاعفي
direct method	الطريقة المباشرة
direct stimulation	التنبية المباشر
discrimination	تمييز
disorder	اضطراب
dissociation curve	منحنى التفارق
distal convoluted tubules	النبيبات الملتوية القاصية
disused atrophy	ضمور عدم الاستعمال
diuresis	المبيلات
DNA – Polymerose	بوليمراز الدنا
Dnase	دناز
donor	معطي
dopamine	دوبامين
dorsal ramus	الفرع الظهرى
dura matter	الأم الجافية
dyspnea	بهر (ضيق التنفس)

- E -

edema	وذمة
effect	تأثير
effective filtration pressure	الضغط الترشيحي الفعال
effector	مستفعلة
efferent	صادر
efferent neurone	عصبون صادر
ejection phase	طور القذف
elecroencephalogram (EEG)	مخطط كهربائية الدماغ
electrical potential	كامن كهربائي
electrical synapses	المشابك الكهربائية
elctrocardiogram (ECG)	مخطط كهربائي القلب
electrode	المسرى
electroencephalography	جهاز تخطيط كهربائية الدماغ
electrolyte	كهرل (ج : كهارل)
emotional brain	الدماغ الانفعالي
emotional functions	الوظائف الانفعالية
emotional stress	كرب انفعالي
emphysema	النفاخ الرئوي
end plate potential	كامن الصفيحة الانتهائية
end-diastolic ventricular blood volume	حجم دم البطين نهاية الانبساط
end-systolic ventricular blood volume	حجم دم البطين نهاية الانقباض
endocardium	الشغاف
endocrine system	جهاز الغدد الصم
endocytosis	التقام خلوى
endomysium	غلاف الليف العضلي
endoneurium	غمد الليف العصبي
endoplasmic reticulum	الشبكة الهيولية الباطنة
endothelial cells	الخلايا البطانية

endothelial – capsular membrane	الغشاء البطاني المحفظي
energy	طاقة
entroceptors	المستقبلات الداخلية
enzyme	انظيم (ج : انظيمات)
eosin	إيوسين
eosinophile	الحمضة
ependymal cells	خلايا البطانه العصبية
epicardium	النخاب
epilepsy	الصرع
epimysium	صفاق العضلة
epinephrine	ابنفرين
epineurium	الغمد العصبي
equilibrium	توازن
erectus musles	العضلات الناصبة
erythroblast	اورمه الحمراء
erythrocyte sedimentation rate (ESR)	سرعة تثفل الكريات الحمر
erythropoietin	مكونة الحمر ، أريتروبويتين
essential	اساسي ، ضروري
estrogen	ايستروجين
ethmoid bone	العظم الغربالي
eupnea	تنفس هادئ
excitability	استثارية
excitation–contraction coupling	اقتران الاستثارة التقلصية
excitaoy postsynaptic potential	الكامن بعد المشبك المستثار
exercise	تمرين (ج : تمارين)
exocytosis	التفاظ خلوى
expiration	زفير
expiratory reserve volume	الحجم الاحتياطي الزفيري
exploring electrode	المسرى المستقصي

external sphın :·	ىنصرة الخارجية
exteroceptors	المستقبلات الخارجية
extracellular flund	السائل خارج الخلايا
extrapyramıdal tracts	المسالك خارج الهرمي
facıal nerve	العصب الوجهي
facılıtated dıffusıon	الإنتشار التسهلي
factor	عامل (ج : عوامل)
falx cerebrı	منجل المخ
famılıal perıodıc paralysıs	الشلل العائلي الدوري
fascıcle	حزمة
fascıculatıon	رفقان
fascıculı	حزم
fat metabolısm	استقلاب الشحوم
fatty acıds	حموض دهنية
feedıng center	مركز الاطعام
femoral	فخذي
femoral blood pressure	ضغط الدم الفخذي
fıber	ليف (ج : الياف)
fıbrıllatıon	رجفان
fıbrılls	اللييفات
fıbrın	ليفين (فبرين)
fıbrınolytic enzymes	انظيمات حالة الليفين
fıbrous astrocyte cells	الخلايا النجمية الليفية
fılteratıon	ترشيح
fırıng level	مستوى الانفجار
fıssure	شق (ج : شقوق)
flaccıd paralysis	الشلل الرخو
flexor dıgitorum musscle	العضلة الثانية للاصابع
flexor pollıcıs longus	العضلة المثنيه للابهام الطويلة
flexor reflex	منعكس الثني

flocculo–nodular lobe	الفص العقدي المتموج
folia	ورقات
folic acid	حمض الفوليك
foramen magnum	الفتحة الكبيرة

– G –

gama amino butyric acid	حمض غاما أمينوبيوتريك
gamma	غاما
ganglia	عقد
ganglion	عقدة
gap	فسحة (فضوه)
gap Junction	فسحة التوصيل
gastrocnemius muscle	عضلة الساق
general sensory area	الباحه الحسية العامة
general systemic blood pressure	ضغط الدم المجموعي العام
geniculate nucleus	النواة التركيبية
globulin	غلوبين
globus pallidus	الكره الشاحبة
glomerulus	كبيبة (ج : كبيبات)
glossopharygeal nerve	العصب اللساني البلعومي
glucose	غلوكوز (سكر العضب)
glycogen	غليكوجين
glycoprotein	بروتين سكرى
gnostis area	باحة المعرفة
golgi complex	مركب غلجي
gracilles nucleus	النواة الناحلة
granule	حبيبة (ج : حبيبات)
granulocytes	الكريات المحببة

- H -

gray matter	المادة السنجابيه
gustatory area	باحة الذوق
gyri	تلافيف
gyrus	تلفيف (ج : تلافيف)
hay fever	حمى الكلا
heart	القلب.
hart sounds	اصوات القلب
hematocrite	مكداس الدم
hematoxylin	هياتوكسلين
heme	هيم
hemiplegia	فالج (شلل شقي)
hemodynamics	دينميات الدم (حركة الدم)
hemoglobin	هيوغلوبين (خضاب الدم)
hemolysis	انحلال الدم ، حل الدم
hemopilia	الناعور
hemorrhage	نزف
hemostasis	مرقئ (ج : مرقئات)
heparin	هيبارين
hetrometric regulation	التنظيم مغاير الطول
hilus	نقير
hipocampal gyrus	التلفيف الحصيني
hipocampus	الحصين
histamine	هستامين
histological structure	التركيب النسيجي
histon	هستون
homeostasis	الاستتباب
homometric regulation	التنظيم مماثل الطول
hyaline membrane	الغشاء الزجاجي
hydrochloric acid (HCL)	حمض الكلوريدريك
hydrolysis	حلمهه

hydrostatic pressure	ضغط الماء السكوني
hypercapnia	فرط الكربميه
hyperpolarization	فرط الاستقطاب
hypersensitivity	فرط التحسس
hypertonic solution	محلول مفرط التوتر
hypogastric plexus	الضفيرة الخثلية
hypoglossal nerve	العصب تحت اللساني
hypothalamus	الوطاء
hypotonic solution	محلول ناقص التوتر
hypoxia	نقص التأكسج

-I-

identical	متماثل
impulse	دفعة (ج : دفعات)
inclusion	أشتمال (ج : اشتمالات)
indifferent electrode	مسرى سادر
indirect method	الطريقة الغير المباشرة
indirect stimulation	التنبية الغير المباشر
infarction	احتشاء
infection	خمج
inferior cerebellar peduncle	السويق المخيخي الاسفل
inflammation	التهاب
inhibitory postsynaptic potential	الكامن بعد المشبك المثبط
initial heat	الحرارة الاولية
insertion	مغرس
inspiration	شهيق
inspiratory reserve volume	الحجم الاحتياطي للشهيق
interatrial band	الحزمة بين الاذينين
intercalated discs	الاقراص المقحمة
intercostal nerves	الاعصاب الوربية (الصدرية)
intercostal space	الحيز الوربي

interlobar arteries	شرايين بين الفصوص
interlobular arteies	شرايين بين الفصيصات
intermitent claudiatioation	العرج المتقطع
internal capsule	الحفظه الداخلية
internal carotid artery	الشريان السباتي الباطني
internal sphincter	المصرة الداخلية
internodal bundle	الحزمة بين العقد
interstitial fluid	السائل الخلالي
intoxication	انسمام
intracellular fluid	السائل داخل الخلايا
intramural ganglia	العقد داخل الجدار
intrinsic factor	عامل داخلي المنشأ
intrinsic regulation	التنظيم داخلي المنشأ
investigation	استقصاء
involuntary muscle	عضلة لا ارادية
iris	القزحية
iron difficiency anemia	فقر الدم عوز الحديد
irritation receptors	مستقبلات التهيج
ischemic pain	ألم اقفاري
isoelectric line	الخط الكهرساوي
isometric contraction	تقلص اسوى المقاسات
isotonic contraction	تقلص اسوى التوتر
isotonic solution	محلول اسوى التوتر
isotrophic	متشابهة الخواص
isovolumetic	اسوى الحجم

– J –

jerk reflex	منعكس النفضة
junction	اتصال
juxtaglomerular apparatus	جهاز مجاور الكبيبة
juxtaglomeruler cells	الخلايا مجاورة الكبيبة

– K –

kidney	الكلية
knee jerk	نفضة الركبة
korotkove sounds	اصوات كورتكوف
krebs cycle	دورة كريبس
kymograph	مخطط التموج

– L –

laminar	صفائحي
language area	باحه اللغة
laryngopharynx	البلعوم الحنجرى
larynx	الحنجرة
late diastole	نهاية الانبساط
latent period	الدور الكامن
lateral corticospinal tract	المسلك المخي النخاعي الجانبي
lateral ganglia	العقد الجانبية
lateri gray horn	القرن السنجابي الجانبي
lateral sulcus	التلم الجانبي
law	قانون
lead	اتجاه
lentiform nucleus	النواة العدسية
leptotene	الدور القلادي
lesion	آفة (ج : آفات)
leukemia	ابيضاض الدم

leuko poietin	مكون البيض
leukopenia	قلة البيض
light touch	اللمس الخفيف
limb	طرف (ج : اطراف)
limbic lobe	الفص الحوفي
limbic system	الجهاز الحوفي
lipid droplets	قطيرات شحمية
lipofuscin	اللايبوفيوسين
lipoprotein	مادة دهنية بروتينية
liver	كبد
local current flow	جريان التيار الموضعي
local current theory	نظرية الدارة الموضوعية
local response	الاستجابة الموضعية
longitudinal fissure	الشق الطولي
loop of Henli	عروة هنلي
loose	رخو
lower motor neurone	العصبون المحرك السلفي
lumber	قطني
lumber enlargment	التضخم القطني
lumber nerves	الاعصاب القطنية
lumber plexus	الضفيرة القطنية
lumber puncture	البزل القطني
lumber vertebra	الفقرة القطنية
lung	رئة
lymph	اللمف
lymph node	العقدة اللمفية
lymphatic leukemia	ابيضاض لمفي
lumphatic system	الجهاز اللمفي
lymphatic vessels	الاوعية اللمفية

lymphocytes	الخلايا اللمفية
lysosome	جسيم حال (ج : جسيمات حالة)

-M-

macrocytic anemia	فقر الدم كبير الكريات
macrophage	بلعم (ج : بلاعم)
mamillary bodies	الاجسام الحلمية
mandibular nerve	عصب الفك السلفلي
manometer	مقياس للضغط
mast cells	الخلايا البدينة
maximal stimulus	المنبه الاعظمي
meam corpuscular hemoglobin	معدل هيوغلوبين الكرية الحمراء
mean corpuscular volume (MCV)	معدل حجم الكرية الحمراء
measurment	قياس
mechanism	آلية
medial lamniscus	الفتيل الانسي
medulla	اللب
medulla oblongata	البصلة
megakaryocyte	النواء
megaloblastic anemia	فقر الدم ضخم الاروم
meosis	انقسام انتصافي
melanin pigment	صبغة الميلانين
membrane potential	كامن الغشاء
meningeal branch	فرع السحايا
meninges	سحايا
mesencephalone	الدماغ المتوسط
mesenteric ganglia	العقد المساريقية
messenger RNA (mRNA)	الرنا المرسال
metabolism	استقلاب (أيض)
metabolites	المستقلبات

metaphase	الطور التالي
microcytic hypochromic anemia	فقر الدم صغير الكريات
microglia	الدبق العصبي الصغري
micrometer	مكرومبتر
micturition	التبول
microvili	الزغيبات
midbrain	الدماغ المتوسط
mitochondria	متقدرات
mitochondrion	متقدره
mitosis	انقسام فتيلي
mitral valve	الصمام التاجي
monocyte	وحيده
monosynaptic	منعكس وحيد المشبك
motor	حركي
motor area	باحه حركية
motor end plate	الصفيحة الحركية الانتهائية
motor neurone	عصبون حركي
motor unit	الوحدة الحركية
multipennate	متعدد الريشة
multiple sclerosis	التصلب المتعدد
multipolar neurones	العصبونات متعددة الاقطاب
multiunit	متعدد الوحدات
murmer	نفخة (ج : نفخات)
muscle	عضلة ، عضل
muscle atrophy	الضمور العضلي
muscle attachment	اتصال العضلات
muscle dystrophy	الحثل العضلي
muscle fatigue	تعب العضلة
muscle hypertrophy	الضخامة العضلية
muscle of expression	العضلات التعبيرية

muscle tone	توتر عضلي
muscle twitch	النفضة العضلية
muscular	عضلي
maxillary nerve	عصب الفك العلوي
myasthenia	الوهن العضلي الوبيل
myelin	نخاعي
myelinated nerve fibers	الالياف العصبية ذوات الغمد النخاعيني
myelinated sheeth	الغمد النخاعيني
myelogenous leukemia	ابيضاض نقوى المنشأ
myocardium	عضل القلب
myfibrills	الليفات العضلية
myofilaments	الخيوط العضلية
myogenic	عضلي المنشأ
myoglobulin	ميوغلوبين
myoneural junction	الموصل العصبي العضلي
myosin	ميوزين

– N –

nasal cavities	الجوفان الانفيان
nasopharynx	البلعوم الانفي (الخيشوم)
nausea	غثيان
neative aftor potential	السلبي بعد الكامن
neostigmine	نيوستكين
nephrone	كليون
nerve cell	خليه عصبية.
nerve soma	جسد الخلية العصبية .
nervous mechanism	الاليه العصبية
nervous system	الجهاز العصبي
network of neurons	شبكه من الاعصاب

neural factors	العوامل العصبية
neurofibrills	الليفات العصبية
neurogenic	عصبي المنشأ
neuroglia	الدبق العصبي
neurolemma	غمد الليف العصبي
neuromuscular junction	الموصل العصبي العضلي
neuron	عصبون (ج : عصبونات)
neuroplasm	مصورة العصوب
neurosyphilis	الافرنجي العصبي
neutrophil	العدلة (ج : عدلات)
nexus	فجوة
nissl bodies	جسيمات نسل
node of ranvier	عقدة رينفير
noradrenergic sympathetic innervation	التعصيب الودي النوراد ريناليني الفعل
norepinphrine	نور ابينفرين
normal	نظامي
nucleic	حمض نووي
nucleolemma	غشاء النواة
nucleolus	النوية (ج : نويات)
nucleoplasm	البلازما النووية
nucleotides	النوويدات
nucleus	النواة

-O-

occipital bone	العظم القذالي
occipital lobe	الفص القذالي
occipito – parietal sulcus	التلم القذالي الجداري
occulomotoer nerve	العصب المحرك للعين
oedema	الوذمة (الخزب)
olfactory area	الباحه الشمية

olfactory nerve	العصب الشمي
oligodenroglia	الخلايا الدبقية القليلة التغصن
olivary body	الجسم الزيتوني
olivocerebellar tract	المسلك الزيتوني المخيخي
one – way conduction	التوصيل احادي الاتجاه
ophthalmic nerve	العصب العيني
optic nerve	العصب البصرى
organelle	عضي (ج : عضيات)
orifice	فوهه (جـ : فوهات)
origin	الاصل
oropharynx	الحلقوم
osmosis	التناضج
osmotic diuresis	الاباله التناضحية
osmotic diuretics	المبيلات التناضحية
osmotis pressure	الضغط التناضخي
otic ganglion	العقدة الاذينية
oxidation	الاكسدة
oxygen debt mechanism	آلية دين الاوكسجين
oxyhemoglobin	اكسي هيموغلوبين
oxytocin	اوسيتوسين

– P –

pacemaker	ناظم (ج : ناظمات)
pachytene	الدور التغلظي
packed cell volume	حجم الكريات المرصوصه
pain	آلم
palenss	شحوب
palpatory method	طريقة الجس
pancreas	المعثكلة (البنكرياس)
parallel	متوازي

paraplegia	شلل سفلي (شلل نصف سفلي)
parasympathetic nerves	الاعصاب اللاودية
parathyroid hormone	هرمون جنيب الدرقية
paravertebral	جانب الفقار
parietal bone	العظم الجداري
parietal layer	الطبقة الجدارية
parkinson disease	داء بركنسون
passive	منفعل
passive filling	الامتلاء المنفعل
passive transport mechanism	آلية النقل المنفعلة
patellar reflex	منعكس الرضفة
pathological	مرضي
pennate	ريشي
pericardial sac	التامور
perimysium	غلاف الحزمة العضلية
perineurium	ظهارة الحزمة
periostium	السمحاق
peripheral resistance	المقاومة المحيطية
peristaltic movements	الحركات التمعجية
peritoneum	الصفاق
peritublar capillares	الشعيرات بين النبيبات
perkinji fibers	ألياف بركنجي
ph	الباهاء
phagocytes	خلايا البلاعم
phagocytosis	بلعمه
pharynx	البلعوم
phonocardiogram	جهاز مخطط اصوات القلب
phosphate	فسفات
phospholipids	الشحميات الفسفورية

phosphorylation	فسفرة
phrenic nerve	العصب الحجابي
physical stress	الجهد الفيزيائي
physiological properties	الخواص الفيزيولوجيه
physostigmin	فيسوستكمين
pia matter	الام الحنون
pigmentary granules	حبيبات صباغية
pinocytosis	احتساء
pitch	لحن
placenta	السخد
plain muscles	العضلات الملساء
planter reflex	المنعكس الاخمصي
plasma	بلازما (مصورة)
plasma membrane	غشاء البلازما
plateau	هضبه
platelet	صفيحة (ج : صفيحات)
platelets plug	سداد الصفيحات
pleural cavity	الجوف الجنبوي
pleural fluid	السائل الجنبوي
pleural membrane	الغشاء الجنبوي
plexus	ضفيرة (ج : ضفائر)
pneumonia	ذات الرئة (الالتهاب الرئوي)
pneumotaxic	مركز مثبط التنفس (مركز النيوتاكس)
poiseulles law	قانون بسيولي
poliomyelitis	التهاب سنجابية النخاع .
polycythemia	كثرة الحمرة
polymorphonuclear cells	خلايا متعددة اشكال النواة
polypeptide	عديد الببتيد
polysaccharide	متعدد السكريد

polysynaptic reflex	المنعكس المتعدد المشابك
polyuria	بوال
pones	الجسر
popliteal	مأبضي
popliteal fossa	الحفرة المأبضية
pore	مسم (ج : مسام)
possitive after potential	الايجابي بعد الكامن
possitive elcectrical current	تيار كهربائي موجب
post load	العبئ البعدى
postcerebral gyrus	التلفيف بعد المركزي
posterior column pathway	المسلك العمودي الظهري
posterior gray horn	القرن السنجابي الخلفي
posterior root	الجذر الخلفي
posterior spinocerebellar tract	المسلك النخاعي المخيخي الخلفي
postganglionic	بعد العقدة
postsynaptic	بعد المشبك
postural reflex	المنعكس الوضعي
posture	وضع
potassium	بوتاسيوم
potassium channels	أقنية البوتاسيوم
potential	كامن، الكامن
preganglionic	قبل العقدة
preload	العبْ القبلي
premotor area	الباحة قبل الحركية
presynaptic	قبل المشبك
prevertebral	قبل الفقار
primemover	المحرك الرئيسي
prim ary auditary area	الباحة السمعية الاولية
primary motor area	الباحة الحركية الاولية

primary visual area	الباحة الابصارية الاولية
principle	مبدأ
production	انتاج
prgesterone	بروجستيرون
prophase	الطول الاول
proprioception	مستقبل حسي عميق
proprioceptors	المستقبلات العميقة
prostacyclin	بروستاسايكلين
prostaglandin	بروستغلندين
prothrombin	بروترمبين
protoplasmic astrocyte cells	الخلايا النجمية الجبلي
proximal convoluted tubules	النييبات الملتوية الدائية
pseudounipolar neurones	العصبونات احادية القطب الكاذبة
pterygopalatin ganglion	العقدة الجناحية الحنكية
pulmonary circulation	الدوران الرئوي
pulmonary plexus	الصفيرة الرئوية
pulmonary valve	الصمام الرئوي
pulmonary ventilation	التهوية الرئوية
puls	النبض
pump	مضخة
pumping cation of the heart	الفعل المضخي للقلب
pupil	حدقة (بؤبؤ)
pus	قيح
putamen	اللحاء
pyramid	هرم
pyramidal tracts	المسالك الهرمية

- Q -

quabriceps femoris muscle	العضلة رباعية الرؤوس الفخذية
quadriplegia	شلل الاطراف الاربعة (الشلل الرباعي)
quanine	كوانين
quotient	حاصل

- R -

radiation	اشعاع
rage	غيض
rate	معدل
reabsorption	اعادة امتصاص
reaction	تفاعل (ج : تفاعلات)
receptor	مستقبله (ج : مستقبلات)
recipient	متلقي
recording	تسجيل
rectus femoris muscle	العضلة المستقيمة الفخذية
red blood cell (RBC)	كرية الدم الحمراء
red nucleus	النواة الحمراء
reflex	منعكس (ج : منعكسات)
reflex arch	قوس المنعكس
refractory period	دور الحرون
region	ناحية (ج : نواحي)
regulation	تنظيم
regurgitation	القلس
relative refractory period	دور الحرون النسبي
relaxation	الارتخاء
renal pelvis	حوض الكلية
renal suppresion	الزرام
renal threashold	العتبة الكلوية
renin	رينين

repolarization	اعادة الستقطاب
repulsion	طرد
reserpine	ريزربين
residual volume	الحجم المتبقي
respiration	تنفس
respiratory bronchioles	القصيبات التنفسية
respiratory membrane	الغشاء التنفسي
respiratory passages	الامرارات التنفسية
respiratory system	الجهاز التنفسي
response	استجابه
resting membrane potential	كامن الغشاء اثناء الراحة
reticular formation	التكوين الشبكي
retroperitoneal	خلف الصفاق
rheobase level	مستوى قرارة التيار
rythm	نظم
rhyhmicity	منتظم
ribonucleic acid (RNA)	حمض نووي ريجي (رنا) حمض ريبونوكليئك
ribose	ريبوز
ribosome	ريباسه (ج : ريباسات)
rigor	صمل
rigor mortis	صمل رمي
roulax phenomenon	ظاهرة رولكس
rubrospinal tract	المسلك الحمراوي النخاعي

– S –

sacral nerves	الاعصاب العجزية
sacral plexus	الضفيرة العجزية
saltatory conduction	التوصيل القفزي
sarcolemma	غلاف الليف العضلي
sarcomer	قسيم عضلي
sarcoplasm	هيولي الخلية العضلية
sarcoplasmic reticulum	شبكة الهيولي العضلية

satelite cells	الخلايا السائلة (الكوكبية)
satiety center	مركز الشبع
scalenus muscle	العضلة الاخمعية
scapular elevator muscles	العضلات الرافعة للوح الكتف
scar	ندبه
schwan cells	خلايا شفان
sciatic nerve	العصب الوركي
secretion	افراز
segmental bronchi	القصبات القطعية
sense	حس ، حاسة (ج : حواس)
sensory neuron	العصبون الحسي
sensory pathways	المسالك الحسية
serotonin	سيروتونين
serous layer	الطبقة المصلية
serratus muscle	العضلة المنشارية
serum	مصل
sex	الجنس
sickle cell anemia	فقر الدم المنجلي
sign	علامة (ج : علامات)
sinkpoint	نقطة مغطس
sino – atrial node	العقدة الجيبية الاذينية
skeletal muscle	عضلة هيكلية
skeletal muscle circulation	الدوران في العضلات الهيكلية
skin reactions	تفاعلات الجلد
smooth muscle	العضلة الملساء

sodium channels	أقنية الصوديوم
soleus muscle	العضلة الاخمعية
solutes	الذوائب
Soma	جسد (ج : اجساد)
soma – somatic synapse	مشبك جسد ـ جسدي
somatic nervous system	الجهاز العصبي الجسدي
somatic reflex	المنعكس الجسدي
somesthetic area	الباحه الجسدية
somesthetic assocation area	باحة الترابط الحسية الجسدية
source point	نقطة مصدر
spastic paralysis	شلل تشنجي
spatial summation	تجمع حيزي
specific gravity	الكثافة النوعية
spheno–Palatine foramine	الثقبة الوتديه الحنكية
sphenoid bone	العظم الوتدي
sphincter	مصره (ج : مصرات)
sphygmomanometer	جهاز مقياس ضغط الدم
spike potential	سفاة الكامن
spinal tracts	المسالك النخاعية
spinothalamic pathway	المسلك النخاعي المهادي
spirometer	جهاز مقياس التنفس
splanchnic nerves	الاعصاب الحشوية
staircase effect	التأثير السلمي
stenosis	تضيق
steriognossis	الحس المجسم
sternogleidomastoid muscle	العضلة القصبية الترقوية الخشائية
stethoscop	سماعه
stimulus	منبه (ج : منبهات)
streamline	صفائحي ، طبقي
strength duration curve	منحنى فترة الشده

stretch receptors	مستقبلات المط
striated muscle	عضلة مخططه
stroke volume	حجم الضربة
subarachnoid space	الحيز تحت العنكبوتي
subconscious	دون الشعور
submandibular ganglion	العقدة تحت الفك السفلي
substancia nigra	المادة السوداء
subthalmic nucleus	النواة دون المهاد
subthreshold stimulus	المنبه تحت العتبي
sulcus	تلم (ج : اتلام)
summation	تركم
superior sagital sinus	الجيب السهمي العلوي
supply	تجهيز
supra threshold stimulus	المنبه فوق العتبي
surfactant	الفعال بالسطح
swelling	تورم
sympathetic nerves	الاعصاب الودية
sympathetic trunk	الجذع الودي
synaptic cleft	فلح الشبك
synaptic delay	اجل المشبك
synaptic fatigue	تعب المشبك
synaptic knobe	العقدة المشبكية
synaptic vesicle	الحويصلة المشبكية
synaptic	موآزره
systemic circulation	الدوران الجموعي
systole	انقباض

tapping	نقرات
tectospinal tract	المسلك السقفي النخاعي
telophase	الطور الانتهائي
temporal bone	العظم الصدغي
temporal lobe	الفص الصدغي
temporaroy summation	تجمع وقتي
tendon	وتر (ج : أتار)
tentorium cerebelli	خيمة المخيخ
terminal bronhioles	القصيبات النهائية
termination	نهاية ، انهاء
tetanic contrction	التقلص الكزازي
thalamus	المهاد
therapy	مداوات
thermoceptors	المستقبلات الحراريه
thermostate	ناظم الحرارة
theta waves	موجات ثيتا
thiazide	ثيازيد
thick filaments	الخيوط الغليظه
thin filaments	الخيوط الدقيقة
thirst	العطش
thirst center	مركز العطش
thoracic	صدري
thoacic nerves	الاعصاب الصدرية
threshold stimulus	المنبه العتبي
thrombin	ترمبين (خثرين)
thromboblastin	ترمبوبلاستين
thrombocyte	صفيحه (ج : صفيحات)
thymine	ثيمين

thymus	التوته
tibialis anterior muscle	العضلة الضنبوبية الامامية
tıdal volume	الحجم المدى
tone	توتر
tonsil	لوزه (ج : لوز)
toxin	ذيفان
trachea	الرغامي
tract	سبيل (ج : سبل) ،مسلك (ج : مسالك)
transfer RNA (RNA)	الرنا النقال
translation	ترجمة
transplantation	اغتراص ، غرس
transport mechanism	اليه النقل
transverse fibers	الالياف المستعرضه
transverse fisser	الشق المستعرض
transverse tubules (T-tubules)	النبيبات المستعرضه
trapezius muscle	العضلة شبه المنحرفه
trauma	رضح (ج : رضوح)
tremor	الرعاش
treppe	السلمي
triade	مثلث
tricuspid valve	الصمام الثلاثي الشرف
trigeminal nerve	العصب الثلاثي التوائم
trochlear nerve	العصب البكري
troponin	تروبونين
tubule	نبيب (ج : نبيبات)
tumor	ورم
tunica adventitia	الغلاله البرانية
tunica ıntıma	الغلاله الداخلية
tunica media	الغلاله الوسطانية
turbulant flow	جريان دوامي
type	نمط (ج : انماط)

-U-

unipennate	احادي الريشه
unipolar	احادي القطب
unipolar neuron	عصبون احادي القطب
unipolar recording	التسجيل ذو القطب الواحد
universal	عمومي
unmylinated nerve fibers	الالياف العصبية عديمة الغمد النخاعيني
unstriated muscle	العضلات الغير مخططه
upper motor neuron	العصبون المحرك العلوي
uracil	يوراسيل
urea	يوريا
ureter	حالب
urethra	احليل
urinary system	الجهاز البولي
utilization time	مدة الاستنفاذ

- V -

vacuole	فجوة (ج : فجوات)
vagus nerve	المبهم
valve	صمام
vascular fluid	السائل الوعائي
vascular reactions	تفاعلات الاوعية
vasomotor	محرك وعائي
vasopressin	فازوبريسين
vein	وريد
vena cava	الوريد الاجوف
venous pressure	الضغط الوريدي

venous return	العود الوريدي
ventılatıon	تهوية
ventral ramus	الفرع البطني
ventrıcle	بطين
vertebrae	فقره
vertebral	النفق الفقري
vesıcle	حويصلة (ج : حويصلات)
vessel	وعاء
vestıbular nucleus	النواة الدهليزيه
vestıbulo – cochlear nerve	العصب الدهليزي القوقعي
vestıbulospınal tract	المسلك الدهليزي النخاعي
vıbratıon	اهتزاز
vırus	حمه (ج : احمات)
visceral braın	الدماغ الحشوي
vısceral effector	المستفعله الحشويه
vısceral muscles	العضلات الحشوية
vısceral *reflex*	المنعكسات الحشوية
vısceroceptors	المستقبلات الحشوية
vıscosıty	لزوجة
vısual associatıon area	باحة الترابط الابصارية
vıtal capaıty	السعة الحياتية
vıtal subatnces	المواد الحياتية
vıtamıne	فيتامين
voıce box	صندوق الصوت
volume	حجم
voluntary muscle	عضلة ارادية
vomıtıng	القياء

- W -

wheal	انتبار
white blood cells (WBC)	كريات الدم البيضاء
white matter	المادة البيضاء
white rami communicant	فروع بيضاء اتصاليه
withdrawal reflex	منكس السحب

- Z -

zygotene	الدور الازدواجي

معجم المصطلحات (عربي - انكليزي)

- أ -

١ . الأبالة التناضحية	Osmotic diuresis
٢ . الابهر	Aorta
٣. ابيضاض الدم	Leukemia
٤. ابيضاض لمفي	Lymphatic Leukemia
٥ . ابيضاض نقوى المنشأ	Myelogenous Leukmia
٦ . ابينفرين	Epinephrine
٧ . اتباز	Atpase
٨ . اتجاه	Lead
٩ . اتصال	Junction
١٠ . اتصال العضلات	Muscle attachment
١١ . الاجسام الحلمية	Mamillary bodies
١٢ . اجل المشبك	Synaptic delay
١٣ . احادي الريشة	Unipennate
١٤ . احادي القطب	Unipolar
١٥ . احتساء	Pinocytosis
١٦ . احتشاء	Infarction
١٧ . احليل	Urethra
١٨ . اختبار التوافق	Cross matching
١٩ . ادينوسين ثلاثي الفسفات	Adenosine triphosphate (ATP)
٢٠ . أدينين	Adenine
٢١ . أذين	Atrium
٢٢. ارتخاء	Relaxation
٢٣ . الارجيه	Allergy
٢٤ . أرومة الحمراء	Erythroblast
٢٥ . أزالة الاستقطاب	Depolarization
٢٦ . ازالة السمية	Detoxification
٢٧ . الاستتباب	Homeostasis

Excitabilty	٢٨ . استثارية
Response	٢٩ . استجابة
Local response	٣٠ . الاستجابة الموضعية
Essential	٣١ . اساسي ـ ضروري
Investigation	٣٢ . استقصاء
Metabolism	٣٣ . استقلاب ـ ايض
Fat metabolism	٣٤ . استقلاب الشحوم
Acetyl choline	٣٥ . استيل كولين
Isovolumetric	٣٦ . اسوي الحجم
Inclusion	٣٧ . اشتمال (ج : اشتمالات)
Radiation	٣٨ . اشعاع
Origin	٣٩ . الاصل
Heart Sounds	٤٠ . اصوات القلب
Korotkove – sounds	٤١ . اصوات كورتكوف
Antibodies	٤٢ : الاضداد
Disorder	٤٣ . اضطراب
Repolarization	٤٤ . اعادة الاستقطاب

Reabsorption	٤٥ . اعادة الامتصاص
Splanchnic nerves	٤٦ . الاعصاب الحشوية
Thoracic nerves	٤٧ . الاعصاب الصدرية
Sacral nerves	٤٨ . الاعصاب العجزية
Coccygeal nerves	٤٩ . الاعصاب العصعصية
Cervical nerves	٥٠ . الاعصاب العنقية
Cranial nerves	٥١ . الاعصاب القحفية
Lumbar nerves	٥٢ . الاعصاب القطنية
Parasympathetic nerves	٤٣ . الاعصاب اللاودية
Cardiac Acceleratory nerves	٥٤ . الاعصاب المسرعة للقلب
Sympathetic nerves	٥٥ . الاعصاب الودية
Intercostal nerves	٥٦ . الاعصاب الوربية (الصدرية)

٥٧ . اغتراس ، غرس	Transplantation
٥٨ . افة (ج افات)	Lesion
٥٩ . افراز	Secretion
٦٠ . الافرنجي العصبي	Neurosyphilis
٦١ . اقتران الاستشارية التقلصية	Excitation – contraction coupling
٦٢ . الاقراص المقحمة	Intercalated discs
٦٣ . اقنية البوتاسيوم	Potasium channels
٦٤ . اقنية الصوديوم	Sodium channels
٦٥ . اكتين	Actin
٦٦ . الاكسدة	Oxidation
٦٧ . اكسي هيموغلوبين	Oxyhemoglobin
٦٨ . الاكياس السنخية	Alveolar sacs
٦٩ . اكية	colliculus
٧٠ . التهاب	Inflammation
٧١ . التهاب سنجابية النخاع	Poliomyelitis
٧٢ . الفا	Alpha
٧٣ . الم	Pain
٧٤ . الم أقفاري	Ischemic pain
٧٥ . الياف بركنجي	Perkinji fibers
٧٦ . الالياف العصبية ذوات الغمد النخاعيتي	Myelinated nerve fibers
٧٧ . الالياف العصبية عديمة الغمد النخاعيني	unmylinated nerve fibers
٧٨ . الالياف المستعرضة	Transverse fibers
٧٩ . اللايبوفيوسين	Lipofuscin
٨٠ . آلية	Mechanism
٨١ . آلية دين الاكسجين	Oxyger debt mechanism
٨٢ . الآلية العصبية	Nervous mechanism
٨٣ . آلية النقل	Transport mechanism

٨٤ . آلية النقل المنفعلة	Passive transport mechanism
٨٥ . الام الجافية	Dura matter
٨٦ . الام الحنون	Pia matter
٨٧ . الامتلاء المنفعل	Passive filling
٨٨ . الامرارات التنفسية	Respiratory passages
٨٩ . امرارت التوصيلية	Conduction passagres
٩٠ . امراج الدماغ	Brain waves
٩١ . انبساط	Diastole
٩٢ . انتاج	Production
٩٣ . انتشار	Diffusion
٩٤ . انتشار بواسطة الحملة	Carrier mediated diffusion
٩٥ . انجيوتنسين	Angiotensin
٩٦ . انحلال الدم	Hemolysis
٩٧ . انحلال ذاتي	Autolysis
٩٨ . انحلال الكروماتين	Chromatolysis
٩٩ . انسمام	Intoxication
١٠٠ . انظيم (ج : انظيمات)	Enzyme
١٠١ . انظيمات حالة الليفين	Fibrinolytic enzymes
١٠٢ . اللاانظمية ـ اضطراب النظم	Arrhythmia
١٠٣ . انغستروم	Angstrom
١٠٤ . انقباض	Systole
١٠٥ . انقسام انتصافي	Meosis
١٠٦ . انقسام الخلية	Cell division
١٠٧ . انقسام فتيلي	Mitosis
١٠٨ . انكماش الجلطة	Clot retraction
١٠٩ . انهضام ذاتي	Autodigestion
١١٠ . اهتزاز	Vibration
١١١ . اوسيتوسين	Oxytocin
١١٢ . الاوعية اللمفية	Lymphatic vessels

١١٣ . الايجابي بعد الكامن	Positive after potential
١١٤ . ايستروجين	Estrogen
١١٥ . ايوسين	Eosin

- ب -

١ . الباهاء	ph
٢ . باحة (ج : باحات)	Area
٣ . باحات الترابط	Assocciation areas
٤ . باحة الترابط الابصارية	Visual association area
٥ . باحة الترابط الحسية الجسدية	Somesthetic association area
٦ . باحة الترابط السمعية	Auditory association area
٧ . الباحة الابصارية الاولية	Primary visual area
٨ . الباحة الجسدية	Somesthetic area
٩ . باحة حركية	Motor area
١٠ . الباحة الحركية الاولية	Primary motor area
١١ . الباحة الحسية	Sensory area
١٢ . الباحة الحسية الخاصة	Area of special senses
١٣ . الباحة الحسية العامة	General sensory area
١٤ . باحة الذوق	Gustatory area
١٥ . الباحة السمعية الاولية	Primary auditory area
١٦ . الباحة الشمية	Olfactory area
١٧ . الباحة قبل الحركية	Premotor area
١٨ . باحة اللغة	Language area
١٩ . باحة المعرفة	Gnostic area
٢٠ . البربيتورات	Barbiturates
٢١ . بروترمبين	Prothombin
٢٢ . بروتين سكري	Glycoprrotein
٢٣ . بروجستيرون	Progesterone
٢٤ . بروز الحوار	Axon hillock

٢٥ . بروستاسايكين	Prostacyclin
٢٦ . بروستغلندين	Prostagladin
٢٧ . البزل القطني	Lumber puncture
٢٨ . البصلة	Medulla Oblongata
٢٩ . بطين	Ventricle
٣٠ . بعد المشبك	Post synaptic
٣١ . بعد العقدة	Post ganglionic
٣٢ . بلازما (مصورة)	Plasma
٣٣ . بلازما (مصورة) الدم	Blood plasma
٣٤ . البلازما النووية	Nucleoplama
٣٥ . بلعم (ج : بلاعم)	Macrophage
٣٦ . بلعمة	Phagocytosis
٣٧ . البلعوم	Pharynx
٣٨ . البلعوم الحنجري	Laryngopharynx
٣٩ . البلعوم الانفي (الخيشوم)	Nasopharynx
٤٠ . بهر	Dyspnea
٤١ . بوال	Polyuria
٤٢ . بوتاسيوم	Potassium
٤٣ . بوليمراز الدنا	DNA – polymerase
٤٤ . البومين	Albumin
٤٥ . الببتيد الاذيني	Atriopeptin

ـ ت ـ

١ . تأثير	Effect
٢ . التأثير السلمي	Staircase effect
٣ . التامور	Pericardial sac
٤ . التبول	Micturition
٥ . تجلط	Clot
٦ . تجمع حيزي	Spatial summation

٧ . تجمع وقتي	Temporary summation
٨ . تجهيز	Supply
٩ . تخثر	Coagulation
١٠ . تخثر الدم	Blood coagulation
١١ . تراص	Agglutination
١٢ . ترجمة	Translation
١٣ . ترشيح	Filteration
١٤ . تركم	Summation
١٥ . التركيب النسيجي	Histological structure
١٦ . تركيز	Concentration
١٧ . ترمبين (خثرين)	Thrombin
١٨ . تروبونين	Troponin
١٩ . تسجيل	Recording
٢٠ . التسجيل ذور القطب الواحد	Unipolar recording
٢١ . التسجيل ذو القطبين	Bipolar recording
٢٢ . تصالبات	Chiasmata
٢٣ . التصلب المتعدد	Multiple sclerosis
٢٤ . تصنيف	Classification
٢٥ . تضخم	Augmentation
٢٦ . التضخم العنقي	Cervical enlargement
٢٧ . التضخم القطني	Lumber enlargement
٢٨ . تضيق	Stenosis
٢٩ . تضيق الابهر	Coarcttion of the aorta
٣٠ . التعابر	Crossing over
٣١ . تعب العضلة	Muscle fatigue
٣٢ . تعب المشبك	syanptic fatigue
٣٣ . التعصب الودي الكوليني الفعل	Cholinergic sympathetic innervation
٣٤ . التعصب الودي النوراد ريناليني الفعل	Noradrenergic

sympathetic innervation	
Adaptation	٣٥ .التعود
Dendrite	٣٦ . تغصين (ج : تغصنات)
Excocytosis	التفاظ خلوى
Reaction	٣٧ . تفاعل (ج : تفاعلات)
Anaphylactic reaction	٣٨ . تفاعل التآقي
Antigen – Antibody reaction	٣٩ . تفاعل مستضدى ـ ضدى
Vascular reactions	٤٠ . تفاعلات الاوعية
Skin reactions	٤١ . تفاعلات الجلد
Buffering reactions	٤٢ . تفاعلات الدرء
Crenation	٤٣ . تفرض
Endocytosis	٤٤ . التقام خلوى
Contracture	٤٥ . تقفع
Contraction	٤٦ . تقلص
Isotonic contraction	٤٧ . تقلص اسوى التوتر
Isometric contraction	٤٨ . تقلص اسوى المقاسات
Tetanic contraction	٤٩ . التقلص الكزازي
Reticular formation	٥٠ . التكوين الشبكي
Gyri	٥١ . تلافيف
Gyrus	٥٢ . تلفيف (ج : تلافيق)
Postcentral gyrus	٥٣ . التلفيف بعد المركزي
Cingulate gyus	٥٤ . التلفيف الحزامي
Hipocampal gyrus	٥٥ . التلفيف الحصيني
Sulcus	٥٦ . تلم (ج : أتلام)
Lateral sulcus	٥٧ . آلتلم الجانبي
Occipito – parietal sulcus	٥٨ . التلم القذالي الجداري
Exercise	٥٩ . تمرين (ج : تمارين)
Discrimination	٦٠ . تميز
Coordination	٦١ . تناسق

٦٢ . تناضح	Osmosis
٦٣ . التنبيه المباشر	Direct stimulation
٦٤ . تنظيم	Regulation
٦٥ . التنظيم داخلي المنشأ	Intrinsic regulation
٦٦ . التنظيم الذاتي	Autoregulation
٦٧ . التنظيم المستقل	Autonomic regulation
٦٨ . التنظيم مغاير الطول	Heterometric regulation
٦٩ . التنظيم مماثل الطول	Homometric regulation
٧٠ . تنفس	Respiration
٧١ . تنفس هادي	Eupnea
٧٢ . تهوية	Ventilation
٧٣ . التهوية الرئوية	Pulmonary ventilation
٧٤ . توازن	Equilibrium
٧٥ . التوتة	Thymus
٧٦ . توتر	Tone
٧٧ . توتر عضلي	Muscle tone
٧٨ . تورم	Swelling
٧٩ . التوصيل احادي الاتجاه	One – way conduction
٨٠ . توصيل الفعل الكامن	Conduction of action potential
٨١ . التوصيل القفزي	Salatory conduction
٨٢ . التوصيلية	Conductivity
٨٣ . تياركهربائي موجب	Positive electrical current

- ث -

١ . ثاني فسفات الادينوزين	Adenosine Diphosphate
٢ . ثاني فسفات الكليسيرول	Diphosphoglycerol
٣ . الثقبة الوتدية الحنكية	Spheno – palatine foramine
٤ . ثنائي القطب	Bipolar

٥ . ثنائية الريشة	Bipennate
٦ . تيازيد	Thiazide
٧ . تيمين	Thymine

- ج -

١ . جانب الفقار	Paravertebral
٢ . الجذر الامامي	Anterior root
٣ . الجذر الخلفي	Posterior root
٤ . جذع الدماغ	Brain stem
٥ . الجذع الودي	Sympathetic trunk
٦ . جراب فابرشيوس	Bursa fabricius
٧ . جراثيم	Bacteria
٨ . جريان التيار الموضعي	Local current flow
٩ . جريان الدم	Blood flow
١٠ . جريان دوامي	Turbulant low
١١ . جسد (ج : اجساد)	Soma
١٢ . جسد الخلية العصبية	Nerve soma
١٣ . الجسر	Pones
١٤ . الجسم الثفني	Corpus callosum
١٥ . الجسم الزيتوني	Calivary body,
١٦ . الجسم المخطط	Corpus striatum
١٧ . الجسم المركزي	Central body
١٨ . الجسم المركزي	Centrosome
١٩ . جسيم حال (ج : جسيمات حالة)	Lysosome
٢٠ . جسيمات نسل	Nissl bodies
٢١ . جفاف الجسم	Dehydration
٢٢ . الجنس	Sex
٢٣ . الجهاز البولي	Urinary system
٢٤ . جهاز تخطيط كهربائية الدماغ	Electroencephalogram (EEG)
٢٥ . الجهاز التنفسي	Respiratory system

٢٦ . جهاز التوصيل	Conductive system
٢٧ . الجهاز الحوفي	Limbic system
٢٨ . الجهاز العصبي	Nervous system
٢٩ . الجهاز العصبي الجسدي	Somatic nervous system
٣٠ . الجهاز العصبي المركزي	Central nervous system
٣١ . الجهاز العصبي المستقل	Autonomic nervous system
٣٢ . جهاز الغدد الصم	Endocrine system
٣٣ . الجهاز اللمفي	Lymphatic system
٣٤ . جهاز مجاور الكبيبة	Juxtaglomerular appartus
٣٥ . جهاز مخطط اصوات القلب	Fhonocardiogram
٣٦ . جهاز مقياس التنفس	Spirometer
٣٧ . جهاز مقياس ضغط الدم	Sphygmomanometer
٣٨ . جهاز منظار ذبذبة الشعاع المهبطي	Cathod – ray oscilloscope
٣٩ . الجهة المقابلة	Contralateral
٤٠ . الجهد الفيزيائي	Physical stress
٤١ . الجوف الجنبوى	Pleural cavity
٤٢ . الجوفان الانفيان	Nasal cavities
٤٣ . الجيب السهمي	Superior sagital sinus

- ح -

١ . حائل دموى دماغي	Blood – brain barrier
٢ . حاد	Acute
٣ . حاصل	Quotient
٤ . الحالة التقلصية	Contractility state
٥ . حالب	Ureter
٦ . حامل الغلوكوز	Glucose carrier
٧ . الحبسة	Aphasia

٨ . حبيبات صباغية	Pigmentary granules
٩ . حبيبة (ج : حبيبات)	Granule
١٠ . الحثل العضلي	Muscle dystrophy
١١ . الحجاب	Diaphragm
١٢ . الحجم	Volume
١٣ . الحجم الاحتياطي الزفيري	Expiratory reserve volume
١٤ . الحجم الاحتياطي للشهيق	Inspiratory reserve volume
١٥ . حجم دم البطين نهاية الانبساط	End – diastoic ventricular blood volume
١٦ . حجم دم البطين نهاية الانقباض	End – systolic ventricular blood volume
١٧ . حجم الضربة	Stroke volume
١٨ . حجم الكريات المرصوصة	Packed cell volume
١٩ . الحجم المتبقي	Residual volume
٢٠ . الحجم المدى	Tiddal volume
٢١ . حدقة (بؤبؤ)	Pupil
٢٢ . الحرارة الاولية	Initial heat
٢٣ . الحرارة المتأخرة الهيهوائية	Delayed aerobic heat
٢٤ . الحرارة المتاخرة اللاحيهوائية	Delayed anaerobic heat
٢٥ . الحركات التمعجية	Peristaltic movements
٢٦ . الحركي	Motor
٢٧ . حزم	Fasciuli
٢٨ . حزمة	Bundle
٢٩ . حزمة	Fascicule
٣٠ . الحزمة بين الاذنين	Interatrial band
٣١ . الحرمة بين العقدة	Internodal bundle
٣٢ . حزمة هس	Bundle of Hiss
٣٣ . حس، حاسة (ح : حواس)	Sense
٣٤ . الحس المجسم	Steriognosis
٣٥ . الحصين	Hipocampus
٣٦ . الحفرة المابضية	Popliteal fossa

٣٧ . الحلقوم	Oropharynx
٣٨ . حلمهة	Hydrolysis
٣٩ . حمى الكلا	Hay fever
٤٠ . حمه (ج : حمات)	Virus
٤١ . الحمضة	Eosinophile
٤٢ . حمض غاما امينوبيوتريك	Gamma aminobutyric acid
٤٣ . حمض الفوليك	Folic acid
٤٤ . حمض الكوريدريك	Hydrochloric acid
٤٥ . حمض نووي	Nucleic acid
٤٦ . حمض نووي ريبي (دنا)	Deoxyribonucleic acid (DNA)
٤٧ . حمض نووي ريبي (رنا) حمض ريبونوكليتك	Ribonucleic acid (RNA)
٤٨ . حموض دهنية	Fatty acids
٤٩ . حمضينات	Amino acids
٥٠ . الحملة	Carrier
٥١ . الحنجرة	Larynx
٥٢ . حوض الكلية	Renal Pelis
٥٣ . حويصلة (ح : حويضلات)	Vesicle
٥٤ . الحويصلة المشبكية	Synaptic vesicle
٥٥ . حيز (ج : حيزات) .	Compartment
٥٦. الحيز تحت العنكبوتي	Subarachnoid space
٥٧ . الحيز الميت	Dead space
٥٨ . الحيز الوربي	Intercostal space
٥٩ . حيهوائي	Aerobic

- خ -

١ . الخط الكهرساوى	Isoeletric line
٢ . خلف الصفاق	Retroperitoneal
٣ . الخلايا البدينة	Mast cells
٤ . الخلايا الباطنية	Endothelial cells
٥ . خلايا بلاعم	Phagocytes
٦ . الخلايا الدقيقة القليلة التغصن	Oligodendroglia
٧ . الخلايا السائلة (الكوكبية)	Satelite cells
٨ . خلايا شفان	Schwan cells
٩ . الخلايا اللمفاوية	Lymphocytes
١٠ . خلايا متعددة اشكال النواة	Polymorphonuclear cells
١١ . الخلايا مجاورة الكبيبة	Juxtaglomerular cells
١٢ . الخلايا النجمية	Astrocyte cells
١٣ . الخلايا النجمية الجبلية	Protoplasmic astrocyte cells
١٤ . الخلايا النجمية الليفية	Fibrous astrocyte cells
١٥ . الخلية	Cell
١٦ . خلية عصبية	Nerve cells
١٧ . خمج	Infection
١٨ . الخواص الفزيولوجية	Physiological properties
١٩ . خيمة المخيخ	Tentorium cerebelli
٢٠ . الخيوط الدقيقة	Thin filaments
٢١ . الخيوط العضلية	Myofilaments
٢٢ . الخيوط الغليظة	Thick filaments

- د -

١ . داء بركنسون	Parkinson disease
٢ . دارئ	Buffer
٣ . الدبق العصبي	Neuroglia

٤ . الدبق العصبي الصغري	Microglia
٥ . دفعة (ج: دفعات)	Impulse
٦ . الدم	Blood
٧ . الدماغ	Brain
٨ . الدماغ الانفعالي	Emotional brain
٩ . الدماغ البيني	Diencephalone
١٠ . الدماغ الحشوي	Visceral brain
١١ . الدماغ المتوسط	Mesencephalone
١٢ . الدماغ المتوسط	Mid brain
١٣ . دناز	Dnase
١٤ . دوبامين	Dopamine
١٥ . الدور الازدواجي	Zygotene
١٦ . الدور التضاعفي	Diplotene
١٧ . الدور التغلظي	Pachytene
١٨ . الدور الحركي	Diakinesis
١٩ . دور الحرون	Refractory period
٢٠ .دور الحرون المطلق	Absolute refractory period
٢١ . دور الحرون النسبي	Relative refractory period
٢٢ .الدور القلادي	Leptotene
٢٣ .الدور الكامن	Latent period
٢٤ . دوران	Circulation
٢٥ . الدوران الاكليلي	Coronary circulation
٢٦ . الدوران الجلدي	Cutaous circulation
٢٧ . الدوران الرئوي	Pulmonary circulation
٢٨ . الدوران في العضلات الهيكلية	Skeletal muscle circulation
٢٩ . الدوران المجموعي	Systemic ciculation
٣٠ . الدورة القلبية	Cardiac cycle
٣١ . دورة كريبس	Krebs cycle
٣٢ . الدوستيرون	Aldosteron

٣٣ . دون الشعور	Subconcious
٣٤ . ديجتالس	Digitalis
٣٥ . دينميات الدم (حركة الدم)	Hemodynamics

- ذ -

١ . ذات الرئة (الالتهاب الرئوي)	Pneumonia
٢ . ذاتيا	Automaticity
٣ . الذبحة الصدرية	Angina pectoris
٤ . الذوائب	Solutes
٥ . ذيفان	Toxin
٦ . ذيل الحصان	Cauda equina

- ر -

١ . راصة (ج : اراصات)	Agglutinin
٢ . رئة	Lung
٣ . رجفان	Fibrillation
٤ . رخو	Loose
٥ . رضح (ج : رضوح)	Trauma
٦ . الرعاش	Tremor
٧ . الرغامي	Trachea
٨ . رففان	Fasiculation
٩ . الرنا المرسال	Messenger RNA (mRNA)
١٠ . الرنا النقال	Transfer RNA (tRNA)
١١ . الرنح	Ataxia
١٢ . ريباسة (ج : ريباسات)	Ribosome
١٣ . ريبوز	Ribose
١٤ . ريزربين	Reserpine
١٥ . ريشي	Pennate
١٦ . رينين	Renin

- ز -

١ . الزراق	Cyanosis
٢ . زرام	Unuria
٣ . الزرام	Renal suppression
٤ . الزغابات العنكبوتية	Arachnoid villi
٥ . الزغيبات	Microvilli
٦ . زفير	Expiration
٧ . زمر الدم	Blood groups
٨ . الزمنة	Chronaxie
٩ . الزيحان الكلوري	Chlorid shift

١ . السائل الجنبوى	Pleual fluid
٢ . السائل خارج الخلايا	Extracellular fluid
٣ . السائل الخلالي	Interstitial fluid
٤ . السائل داخل الخلايا	Intracellular fluid
٥ . السائل المخي النخاعي	Cerebrospinal fluid
٦ . السائل الوعائي	Vascular fluid
٧ . سبيل (ج : سبل)	Tract
٨ . سحايا	Meninges
٩ . السخد	Placenta
١٠ . سداد الصفيحات	Platelets plug
١١ . سرعة تثفل الكريات الحمر	Erythrocyte Sedimentation rate (ESR)
١٢ . سعة	capacity
١٣ . السعة الحياتية	Vital capacity
١٤ . سفاة الكامن	Spike potential
١٥ . سفاق (ج : سفق)	Aponeurosis
١٦ . السكتة	Cerebrovascular accident

١٧ . سكريات	Carbohydrate
١٨ . السلبي بعد الكامن	Negative after potenial
١٩ . السلمي	Treppe
٢٠ . السم الوشيقي	Butulinus toxin
٢١ . سماعة	Stethoscope
٢٢ . السمحاق	Periosteum
٢٣ . سنخ (ج : اسناخ)	Alveolus
٢٤ . السويق المخيخي الاسفل	Inferior cerebellar poduncle
٢٥ . السويقات المخية	Cerebral peduncles
٢٦ . سيتوزين	Cytosine
٢٧ . سيروتونين	Serotonin

- ش -

١ . شادة	Agonist
٢ . شبكة من الاعصاب	Network of neurons
٣ . شبكة الهيولى العضلية	Sarcoplasmic reticulum
٤ . الشبكة الهيولية الباطنة	Endoplasmic reticulum
٥ . الشحميات الفسفورية	Phospholipids
٦ . شحوب	Paleness
٧ . الشدفات الجلدية	Dermatomes
٨ . شرايين بين الفصوص	Interlobar arteries
٩ . شرايين بين الفصيصات	interlobular arteries
١٠ . الشرايين المقوسة	Arcuate arteries
١١ . شريان	Artery
١٢ . الشريان السباتي الاصلي	Common carotid artery
١٣ . الشريان السباتي الباطني	Internal carotid artery
١٤ . شرين ج : شرينات)	Arteriole
١٥ . الشعيرات بين النبيبات	Peritubular capillaries
١٦ . الشعيرات الدموية	Blood capillaries
١٧ . شعيرة (ج : شعيرات)	Capillary

١٨ . الشغاف	Endocardium
١٩ . شق (ج : شقوق)	Fissure
٢٠ . شق الصبغي	Chromatid
٢١ . الشق الطولي	Longitudinal fissure
٢٢ . الشق المستعرض	Transverse fissure
٢٣ . شلل الاطراف الاربعة	Quadriplegia
٢٤ . شلل تشنجي	Spastic paralysis
٢٥ . الشلل الرخو	Flaccid paralysis
٢٦ . شلل سفلي (شلل نصف سفلي)	Paraplegia
٢٧ . الشلل العائلي الدوري	Familial periodic paralysis
٢٨ . شلل المخ	Cerebral pulsy
٢٩ . شهيق	Inspiration

- ص -

١ . صادر	Efferent
٢ . الصبغة الصفراء	Bile pigment
٣ . صبغة الملانين	Melanin pigment
٤ . صبغي (ج : صبغات)	Chromosome
٥ . صدري	Thoracic
٦ . الصرع	Epilepsy
٧ . صفائحي	Laminar
٨ . صفائحي ، طبقي	Stream line
٩ . الصفاق	Peritonium
١٠ . صفاق العضلة	Epimysim
١١ . صفحة (ج : صفحات)	Platelet
١٢ . صفيحة (ج : صفيحات)	Thrombocyte
١٣ . الصفيحة الحركية الانتهائية	Motor end plate
١٤ . صمام	Valve

١٥ . الصمام الابهرى	Aortic valve
١٦ . الصمام التاجي	Mitral valve
١٧ . الصمام الثلاثي الشرف	Tricuspid valve
١٨ . الصمام الرئوي	Pulmonary valve
١٩ . الصمامات الاذينية البطينية	Atrio – ventricular valves
٢٠ . صمل	Rigor
٢١ . صمل رمي	Rigor motis
٢٢ . صندوق الصوت	Voice box
٢٣ . صهريج	Cisterna

١ . الضخامة العضلية	Muscle hypertrophy
٢ . الضغط الترشيحي الفعال	Effectiver filteration pressure
٣ . الضغط التناضحي	Osmotic pressure
٤ . ضغط الدم	Blood pressure
٥ . ضغط الدم التناضحي	Blood osmotic pressure
٦ . ضغط الدم الفخدي	Femoral blood pressure
٧ . ضغط الدم المائي السكوني	Blood hydrostatic pressure
٨ . ضغط الدم المجموعي العام	General systemic blood pressure
٩ . ضغط المحفظة المائي السكوني	Capsular hydrostatic pressure
١٠ . ضغط الماء السكوني	Hydrostatic pressure
١١ . الضغط الوريدي	Venous pressure
١٢ . الضغط الوريدى المركزي	Central venous pressure
١٣ . الضفائر المشيمة	Choroid plexses
١٤ . ضفيرة (ج : ضفائر)	Plexus
١٥ . الضفيرة الرئوية	Pulmonary plexus
١٦ . الضفيرة الخثلية	Hypogastric plexus
١٧ . الضفيرة العجزية	Sacral plexus

١٨ . الضفيرة العضدية	Brachial plexus
١٩ . الضفيرة العنقية	Cervical plexus
٢٠ . الضفيرة القطنية	Lumbar plexus
٢١ . الضفيرة القلبية	Cadiac plexus
٢٢ . ضمور عدم الاستعمال	Disuse atrophy
٢٣ . الضمور العضلي	Muscle atrophy
٢٤ . ضمور قطع الاعصاب	Denervated atrophy

- ط -

١ . طاقة	Energy
٢ . الطبقة الجدارية	Parietal layer
٣ . الطبقة المصلية	Serous layer
٤ . طرد	Repulsion
٠٥ . طرف (ج : اطراف)	Limb
٦ . طريقة الجس	Palpatory
٧ . الطريقة السمعية	Auscultatory method
٨ . الطريقة الغير المباشرة	Indirect method
٩ . الطريقة المباشرة	Direct method
١٠ . الطور الانتهائي	Telophase
١١ . الطور الاول	Prophase
١٢ ، الطور التالي	Metaphase
١٣ . طور الصعود	Anaphase
١٤ . طور القذف	Ejection phase

- ظ -

١ . ظهارة الحزمة	Perineurium
١ . عامل (ج : عوامل)	Factor
٢ . عامل داخلي المنشأ	Intrinsic factor
٣ . العامل المفرغ للصوديوم	Atrial natriuretic factor
٤ . العبء البعدى	Post load
٦ . العتبة الكلوية	Renal threshold
٧ . العدلة (ج : عدلات)	Neutrophil
٨ . العدوان	Aggression
٩ . عديد الببتيد	Polypeptide
١١ . العرج المتقطع	Intermitent claudication
١١ . العرقوب	Achilles tendon
١٢ . عروة هنلي	Loop of henli
١٣ . العصب الاضافي	Accessory nerve
١٤ . العصب البصرى	Optic nerve
١٥ . العصب البكري	Trochlear nerve
١٦ . العصب تحت اللساني	Hypoglossal nerve
١٧ . العصب الثلاثي التوائم	Trigeminal nerve
١٨ . العصب الحجابي	Phrenic nerve
١٩ . العصب الدهليزى القوقعي	Vestibulo – cochlear nerve
٢٠ . العصب السمعي	Auditory nerve
٢١ . العصب الشمي	Olfactory nerve
٢٢ . العصب العيني	Ophthalmic nerve
٢٣ . عصب الفك العلوي	Maxillary nerve
٢٤ . العصب اللساني البلعومي	Glossopharyngeal nerve
٢٥ . العصب المبهم	Vagus nerve
٢٦ . العصب المحرك للعين	Oculomotor nerve
٢٧ . العصب الوركي	Sciatic nerve

Neuron	٢٨ . عصبون (ج : عصبونات)
Unipolar neuron	٢٩ . عصبون احادي القطب
Association neuron	٣٠ . عصبون ترابط
Sensory neuron	٣١ . العصبون الحسي
Motor neuron	٣٢ . عصبون حركي
Bipolar neuron	٣٣ . عصبون ذو قطبين
Efferent neuron	٣٤ . عصبون صادر
Lower motor neuron	٣٥ . العصبون المحرك السفلي
Pseudo unipolar neurons	٣٦ . العصبونات احادية القطب الكاذبة
Multipolar neurons	٣٧ . العصبونات متعددة الاقطاب
Affernt neurons	٣٨ . العصبونات الواردة
Connector neuons	٣٩ . العصبونات الوصيلية
Neurogenic	٤٠ . عصبي المنشأ
Coccygeal	٤١ . عصعصي
Abdominal muscles	٤٢ . العضلات البطنية
Expression muscles	٤٣ . العضلات التعبيرية
Visceral muscles	٤٤ . العضلات الحشوية
Scapular elevator muscles	٤٥ . العضلات الرافعة للوح الكتف
Deep muscles	٤٦ . العضلات العميقة
Unstriated muscles	٤٧ . العضلات الغير مخططة
Smooth muscles	٤٨ . العضلات الملساء
Erectus muscles	٤٩ . العضلات الناصبة
Muscle	٥٠ . عضلة ، عضل
Soleus muscle	٥١ . العضلة النعلية
Scalenus musle	٥٢ . العضلة الاخمعية
Voluntory muscle	٤٣ . عضلة ارادية
Flexor digitorum longus	٥٤ . العضلة الثانية للاصابع
Deltoid muscle	٥٥ . العضلة الدالية
Biceps muscle	٥٦ . العضلة ذات الرأسين
Biceps brachii muscle	٥٧ . العضلة ذات الرأسين العضدية

٥٨ . العضلية رباعية الرؤوس الفخذية	Quadriceps femoris muscle
٥٩ . عضلة الساق	Gastronemius muscle
٦٠ . العضلة شبه المنحرفة	Trapezius muscle
٦١ . العضلة الضنبوبية الامامية	Tibialis anterior
٦٢ . عضلة القلب	Myocardium
٦٣ . العضلة القصبية الترقوية الخشائية	Sternocleido mastoid muscle
٦٤ . عضلة لاارادية	Involuntary muscle
٦٥ . العضلة المثنيه للابهام الطويلة	Flexor policis longus
٦٦ . عضلة مخططة	Striated muscle
٦٧ . العضلة المستقيمة الفخذية	Rectus femoris muscle
٦٨ . العضلات الملساء	Plain muscles
٦٩ . العضلة المنشارية	Serratus muscle
٧٠ . عضلة هيكلية	Skeletal muscle
٧١ . عضلي	Muscular
٧٢ . عضلي المنشأ	Myogenic
٧٣ . عضلي (ج : عضيات)	Organelle
٧٤ . العطش	Thirst
٧٥ . العظم الجداري	Parietal bone
٧٦ . العظم الصدغي	Temporal bone
٧٧ . العظم الغربالي	Ethmoid bone
٧٨ . العظم القذالي	Occipital bone
٧٩ . العظم الوتدى	Sphenoid bone
٨٠ . عقد	Ganglia
٨١ . العقد الجانبية	Lateral gaglia
٨٢ . العقد داخل الجدار	Intramural ganglia
٨٣ . العقد القاعدية	Basal ganglia
٨٤ . العقد الجانبة	Collateral ganglia
٨٥ . العقد المساريقية	Masenteric ganglia
٨٦ . عقدة	Ganglion
٨٧ . العقدة الاذينية	Otic ganglion

٨٨ . العقدة الاذينية البطينية — Atrio – ventricular node
٨٩ . العقدة تحت الفك السفلي — Submandibular node
٩٠ . العقدة الجناحية الحنكية — Pterygopalatin ganglion
٩١ . العقدة الجوفية — Celiac ganglion
٩٢ . العقدة الجيبية الاذينية — Sino – atrial node
٩٣ . عقدة رينفير — Node of Ranvier
٩٤ . العقدة المشبكية — Synaptic node
٩٦ . العقدة الهدبية — Cilliary ganglion
٩٧ . علامة (ج : علامات) — Sign
٩٨ . علامة بابنسكي — Babinski – sign
٩٩ . العمر — Age
١٠٠ . عمومي — Univeral
١٠١ . عنقي — Cervical
١٠٢ . العنكبوتي — Arachnoid
١٠٣ . العوامل العصبية — Neural factors
١٠٤ . العوامل الكيمياوية — Chemical factors
١٠٥ . العود الوريدى — Venous return

- غ -

١ . غاز الاعصاب — Diisopropyl Furophosphate
٢ . غاما — Gamma
٣ . غثيان — Nausia
٤ . الغشاء البطاني المحفظي — Endothelial Capsular membrane
٥ . غشاء البلازما — Plasma membrane
٦ . الغشاء التنفسي — Respiratory membrane
٧ . الغشاء الجنبوى — Pleural membrane
٨ . غشاء الخلية — Cell membrane
٩ . الغشاء الزجاجي — Hyaline membrane
١٠ . غشاء النواة — Neucleolemma
١١ . غضروف — Cartilage

١٢ . غلاف الحزمة العضلية	Perimysium
١٣ . غلاف الليف العضلي	Endomysium
١٤ . الغلالة البرانية	Tunica adventitia
١٥ . الغلالة الداخلية	Tunica intima
١٦ . الغلالة الوسطانية	Tunica media
١٧ . غلوبين	Globulin
١٨ . غلوكوز (سكر العنب)	Glucose
١٩ . غليكوجين	Glycogen
٢٠ . الغمد العصبي	Epineurium
٢١ . غمد الليبف العصبي	Endoneurium
٢٢ . غمد الليف العصبي	Neurolemma
٢٣ . الغمد النخاعيني	Myelinated sheeth

ـ ف ـ

١ . فازوبريسين	Vasopressin
٢ . فالج (شلل شقى)	Hemiplegia
٣ . الفبرينوجين	Fibrinogen
٤ . الفتحة الكبيرة	Foramena magnum
٥ . الفتيل الانسي	Medial lamniscus
٦ . فجوة	Nexus
٧ . فجوة (ج : فجوات)	Vacuole
٨ . فخذى	Femoral
٩ . الفراش الشعيرى	Capillary bed
١٠ . فرط الاستقطاب	Hyperpolarization
١١ . فرط التحسس	Hypersensitivity
١٢ . فرط الكربمية	Hypercapnia
١٣ . الفرع البطني	Ventral ramus
١٤ . فرع الحزمة	Bundle branch
١٥ . فرع السحايا	Meningeal branch

١٦ . الفرع الظهرى	Dorsal ramus
١٧ . الفروع الاتصالية	Communicant rami
١٨ . فروع بيضاء اتصالية	White rami communicant
١٩ . فسحة (فضوة)	Gap
٢٠ . فسحة التوصيل	Gap junction
٢١ . فسفات	Phosphate
٢٢ . فسفرة	Phosphorylation
٢٣ . الفص الحوفي	Limbic lobe
٢٤ . الفص الصدغي	Temporal lobe
٢٥ . الفص العقدى المتموج	Floculo – nodular lobe
٢٦ . الفص القذالي	Occipital lobe
٢٧ . الفعال بالسطح	Surfactant
٢٨ . الفعل الكامن	Action potential
٢٩ . الفعل المضخي للقلب	Pumping action of the heart
٣٠ . فقر الدم	Anemia
٣١ . فقر الدم صغير الكريات	Microcytic hypochromic anemia
٣٢ . فقر الدم ضخم الاروم	Megaloblastic anemia
٣٣ . فقر الدم عوز الحديد	Iron difficiecy anemia
٣٤ . فقر الدم كبير الكريات	Macrocytic anemia
٣٥ . فقر الدم اللانسيجي	Aplastic anemia
٣٦ . فقر الدم المنجلي	Sickle cell anemia
٣٧ . فقرة	Vertebrae
٣٨ . الفقرة القطنية	Lumber vertebera
٣٩ . فلح المشبك	Synaptic cleft
٤٠ . فوهة (ج : فوهات)	Orifice
٤١ . فوهات الجسم	Body orifices
٤٢ . فيتامين	Vitamine
٤٣ . فيسوستكمين	Physostigmine

- ق -

١. قانون	Law
٢ . قانون بسيولي	Poiseulles law
٣ . قبل العقدة	Preganglionic
٤ . قبل الفقار	Prevertebral
٥ . قبل المشبك	Presynaptic
٦ . القحفي العجزى	Cranio – sacral
٧ . القرن السنجابي الجانبي	Lateral gray horn
٩ . القرن السنجابي الخلفي	Posterior gray horn
١٠ . القزحية	Iris
١١ . قسيم عضلي	Sarcomer
١٢ . قشرة المخ	Cerebral cortex
١٣ . قصبة (ج : قصبات)	Bronchus
١٤ . قصيبة (ج : قصيبات)	Bronchiol
١٥ . القصبات القطعية	Segmental bronchi
١٦ . القصيبات التنفسية	Respiratory bronchioles
١٧ . القصيبات النهائية	Terminal bronchioles
١٨ . قطني	Lumber
١٩ . قطيرات شحمية	Lipid droplets
٢٠ . القعدة	Basophil
٢١ . قلة البيض	Leukopenia
٢٢ . القلب	Heart
٢٣ . القلس	Regurgitation
٢٤ . القلوية	Alkalinity
٢٥ . القناة المركزية	Central canal
٢٦ . قنوات الجمع	Collecting ducts
٢٧ . القنوات السنخية	Alveolar ducts
٢٨ . قوس المنعكس	Reflex arch

٢٩ . القياء — Vomiting
٣٠ . قياس — Measurment
٣١ . قيح — Pus

ـ ك ـ

١ . كاتيكولامين — Catecholemine
٢ . كاربكول — Carbacol
٣ . كامن ، الكامن — Potential
٤ . الكامن بعد المشبك المثبط — Inhibitory postsynaptic potential
٥ . الكامن بعد المشبك المستثار — Ecitatory postsynaptic potential
٦ . كامن الصفيحة الانتهائية — End plate potential
٧ . كامن الغشاء — Membrane potential
٩ . كامن الغشاء اثناء الراحة — Resting membrane potential
٦ . كامن كهربائي — Electrical potenial
١٠ . كبد — Liver
١١ . كيورار يفورم — Curariform
١٢ . كبيبة (ج : كبيبات) — Glomerulus
١٣ . الكثافة النوعية — Specific gravity
١٤ . كثرة الحمر — Polycythemia
١٥ . كرب انفعالي — Emotional stress
١٦ . كربوامينوهيموغلوبين — Carboaminohemoglobinn
١٧ . الكربونية الاينذراز — Carbonic anhydrase
١٨ . كروماتين — Chromatin
١٩ . كرية الدم الحمراء — Red blood cell (RBC)
٢٠ . كريات الدم البيضاء — White blood cells (WBC)
٢١ . كريات غير محببة — Agranulocytes
٢٢ . الكريات المحببة — Ganulocytes
٢٣ . كريتين فسفوكاينز — Creatine phosphokinase

٢٤ . الكل او العدم	All or non
٢٥ . كلسيتونين	Calcitonin
٢٦ . كلسيوم	Calcium
٢٧ . كلوريد	Chloride
٢٨ . الكلية	Kidney
٢٩ . كولينسيتيراز	Cholinesterase
٣٠ . كليون	Nephrone
٣١ . كهرل (ج : كهارل)	Electrolyte
٣٢ . كوانين	Quanine

- ل -

١ . اللاكتابية	Agraphia
٢ . لانظمية ـ اضطراب النظم	Arrhythmia
٣ . اللايبوفيوسين	Lipofuscin
٤ . اللب	Medulla
٥ . اللحاء	Putamen
٦ . اللحن	Pitch
٧ . لزوجة	Viscosity
٨ . اللمس الخام	Crude touch
٩ . اللمس الخفيف	Light touch
١٠ . اللف	Lymph
١١ . لوزة (ج : لوز)	Tonsil
١٢ . ليف (ج : الياف)	Fiber
١٣ . ليفين (فبرين)	Fibrin
١٤ . الليبفات	Fibrills
١٥ . الليبفات العصبية	Neurofibrills
١٦ . الليبفات العضلية	Myofibrills

- م -

١ . مأبضي	Popliteal
٢ . المادة البيضاء	White matter
٣ . مادة دهنية بروتينية	Lipoprotein
٤ . المادة السنجابية	Gray matter
٥ . المادة السوداء	Substantia nigra
٦ . مبدأ	Principle
٧ . المبيلات	Diuresis
٨ . المبيلات التناضحية	Osmotic diuresis
٩ . متباينة الخواص	Antiisotrophic
١٠ . متشابهة الخواص	Isotrophic
١١ . متعدد الريشة	Multipennate
١٢ . متعدد السكريد	Polysaccharide
١٤ . متقدرة	Mitochondrion
١٥ . متقدرات	Mitochndria
١٦ . متلقي	Recipient
١٧ . متماثل	Identical
١٨ . متوازى	Parallel
١٩ . مثانة	Bladder
٢٠ . مثلث	Triade
٢١ . المحرك الرئيسي	Prime mover
٢٢ . محفظه	Capsule
٢٣ . محفظة بومان	Bomman capsule
٢٤ . المحفظة الداخلية	Internal capsule
٢٥ . محلول مفرط التوتر	Hypertonic solution
٢٦ . محلول ناقص التوتر	Hyotonic solution
٢٧ . محوار	Axon
٢٨ . مخ	Cerebrum
٢٩ . المخروط النخاعي	Conus medullaris

٣٠ . مخطط التموج	Kymograph
٣١ . مخطط كهربائية الدماغ	Electroencephalogram (EEG)
٣٢ . مخطط كهربائية القلب	Electrecardiogram (ECG)
٣٣ . مخيخ	Cerbellum
٣٤ . مداواة	Therapy
٣٥ . مدة الاستنفاذ	Utilization time
٣٦ . مرض السكري	Diabetes mellitus
٣٧ . مرضي	Pathological
٣٨ . مركز أبنوستك (مركز محفز التنفس)	Apneustic center
٣٩ . مركز الاطعام	Feeding center
٤٠ . مركز الشبع	Satiety center
٤١ . مركز العطش	Thirst center
٤٢ . مركز مثبط التنفس (مركز النيموتاكس)	Pneumotaxic center
٤٣ . مركز مثبط القلب	Cardioinhibitory center
٤٤ . مركز مسرع القلب	Cardioacceleratory center
٤٥ . مرقىء (ج : مرقئات)	Hemostasis
٤٦ . المريكز	Centriole
٤٧ . المسرى	Electrode
٤٨ . مسرى سادر	Indifferent electrode
٤٩ . المسرى المستقصي	Exploring electrode
٥٠ . المسرى الفعال	Active electrode
٥١ . مزج	Admixture
٥٢ . مزمن	Chronic
٥٣ . مسال	Aqueduct
٥٤ . المسال المخي	Cerebral aqueduct
٥٥ . المسالك الحسية	Sensory pathways
٥٦ . المسالك الحسية المخيخية	Cerebral sensory tracts
٥٧ . المسالك خارج الهرمي	Extrapyramidal tracts
٥٨ . المسالك الرابطة	Association tracts
٥٩ . المسالك الصاعدة	Ascending tracts

٦٠ . المسالك النخاعية	Spinal tracts
٦١ . المسالك الهرمية	Pyramidal tracts
٦٢ . مسترص (ج : مسترصات)	Agglutinogen
٦٣ . مستضد	Antigen
٦٤ . مستفعلة	Effector
٦٥ . المستفعلة الحشوية	Visceral effector
٦٦ . مستقبل حسي عميق	Proprioception
٦٧ . مستقبله (ج : مستقبلات)	Receptor
٦٨ . مستقبلات الانضغاط	Compression receptors
٦٩ . مستقبلات التهيج	Irritation receptors
٧٠ . المستقبلات الحرارية	Thermoreceptors
٧١ . المستقبلات الحشوية	Visceroceptors
٧٢ .المستقبلات الخارجية	Extroceptors
٧٣ . المستقبلات الداخلية	Entroceptors
٧٤ . مستقبلات الضغط	Baroreceptors
٧٥ . المستقبلات العميقة	Proprioceptors
٧٦ . المستقبلات الكيمياوية	Chemoreceptors
٧٧ . مستقبلات المط	Stretch receptors
٧٨ . المستقلبات	Metabolites
٧٩ . مستوى الانفجار	Firing level
٨٠ . مستوى قرارة التيار	Rheobase level
٨١ . المسلك الحمراوى النخاعي	Rubrospinal tract
٨٢ . المسلك الدهليزي النخاعي	Vestibulospial tract
٨٣ . المسلك الزيتوني المخيخي	Olivocerebellar tract
٨٤ . المسلك السقفي النخاعي	Tectospinal tract
٨٥ . المسلك العمودي الظهرى	Posterior column pathway
٨٦ . المسلك القشري البصلي	Corticobulbar tract
٨٧ . المسلك المخي النخاعي الامامي	Anterior spinocerbellar tract
٨٨ . المسلك المخي النخاعي الجانبي	Lateral corticospinal tract

٨٩ . المسلك النازل	Descernding tract
٩٠ . المسلك النخاعي المخيخي الخلفي	Posterior spinocerebellar tract
٩١ . المسلك النخاعي المهادى	Spinothalamic tract
٩٢ . المسلك المهادى النخاعي الامامي	Anterior spinothamic tract
٩٣ . مسم (ج : مسام)	Pore
٩٤ . مشبك تغصن تغصني	Dendro – dendritic synapse
٩٥ . مشبك جسد جسدي	Somasomatic synapse
٩٦ . مشبك محوار تغصني	Axo – dendritic synapse
٩٧ . مشبك محوار جسدي	Axo – somatic synapse
٩٨ . مشبك محوار محواري	Axo – axonic synapse
٩٩ . المشابك الكهربائية	Electrical synapses
١٠٠ . المشابك الكيمياوية	Chemical synapses
١٠١ . مصره (ج : مصرات)	Sphincter
١٠٢ . المصره الخارجية	External sphincter
١٠٣ . المصره الداخلية	Internal sphincter
١٠٤ . مصل	Serum
١٠٥ . مصورة العصبون	Neuroplasm
١٠٦ . مضاد فرط ضغط الدم	Antihypertensive
١٠٧ . مضادة الشادة	Antagonist
١٠٨ . مضخه	Pump
١٠٩ . ألمعثكله	Pancreas
١١٠ . معدل حجم الكرية الحمراء	Mean corpuscular volume
١١١ . معدل هيموغلوبين الكرية الحمراء	Mean corpuscular hemoglobin
١١٢ . مغراء كلاجين	Collagen
١١٣ . مغرس	Insertion
١١٤ . المقاومة المحيطية	Peripheral resistance
١١٥ . المقاومة المحيطية	Peripheral resistance
١١٦ . مكروميتر	Micrometer
١١٧ . مكون البيض	Leukopoietin
١١٨ . المناعة الذاتية	Autoimmunity

١١٩ . منبه (ح : منبهات)	Stimulus
١٢٠ . المنبه الاعظم	Maximal stimulus
١٢١ . المنبه تحت العتبي	Subthreshold stimulus
١٢٢ . المنبه العتبي	Threshold stimulus
١٢٣ . المنبه فوق العتبي	Suprathreshold stimulus
١٢٤ . منتظم	Rhythmicity
١٢٥ . منجل المخ	Falx cerebri
١٢٦ . منحني التفارق	Dissociation curve
١٢٧ . منحني فترة الشدة	Strength duration curve
١٢٨ . منعكس (ج : منعكسات)	Reflex
١٢٩ . المنعكس الابهري	Aortic refex
١٣٠ . المنعكس الاخمصي	Plantar reflex
١٣١ . المنعكس الاذيني	Atrial reflex
١٣٢ . المنعكس البطني	Abdominal reflex
١٣٣ . منعكس بينبرج	Bainbridge reflex
١٣٤ . منعكس الثني	Flexor reflex
١٣٥ . المنعكس الجسدي	Somatic reflex
١٣٦ . منعكس الرضفة	Patellar reflex
١٣٧ . منعكس العرقوب	Achilles reflex
١٣٨ . منعكس السحب	Withdrawal reflex
١٣٩ . منعكس متعدد المشابك	Polysynaptic reflex
١٤٠ . منعكس النفضة	Jerk reflex
١٤١ . منعكس وحيد المشبك	Monosynaptic reflex
١٤٢ . المنعكس الوضعي	Postural reflex
١٤٣ . المنعكسات الحشوية	Visceral reflex
١٤٤ . منفعل	Passive
١٤٥ . منيع للذات	Autoimmunity
١٤٦ . المهاد	Thalamus
١٤٧ . مؤازره	Synergist
١٤٨ . المواد الحياتية	Vital substances

١٤٩ . موجات الفا	Alpha waves
١٥٠ . موجات ثيتا	Theta waves
١٥١ . موجات دلتا	Delta waves
١٥٢ . الموصل العصبي العضلي	Myoneural junction
١٥٣ . الموصل العصبي العضلي	Neuromuscular junction
١٥٤ . مولد الانجيوتنسين	Angiotensinogen
١٥٥ . ميوزين	Myosin
١٥٦ . ميوغلوبين	Myoglobin

- ن -

١ . ناحية (ج : نواحي)	Region
٢ . ناظم (ج : ناظمات)	Pacemaker
٣ . ناظم الحرارة	Thermostate
٤ . ناظم القلب	Cardiac pacemaker
٥ . الناعور	Hemophilia
٦ . الناقلات الكيمياوية	Chemical transmitters
٧ . النبض	Pulse
٨ . النبض الشرياني	Arterial pulse
٩ . نبيب (ج : نبيبات)	Tubule
١٠ . النبيبات المستعرضة	Transverse tubules
١١ . النيبات الملتوية القاصية	Distal convoluted tubules
١٢ . النتاج القلبي	Cardiac output
١٣ . النخاب	Epicardium
١٤ . نخاعي	Myelin
١٥ . ندبة	Scar
١٦ . نزف	Hemorrhage
١٧ . نسيج ضام	Connective tissue
١٨ . النشاطات السلوكية	Behavioural activities
١٩ . نصف كرة المخ	Cerebral hemisphere

٢٠ . نظامي	Normal
٢١ . نظرية الدارة الموضعية	Local current theory
٢٢ . نظم	Rhythm
٢٣ . النفاخ الرئوي	Emphysema
٢٤ . نفحة (ج : نفحات)	Murmer
٢٥ . نفحة القلب	Cardiac murmer
٢٦ . نفضة الركبة	Knee jerk
٢٧ . النفضة العضلية	Muscle twitch
٢٨ . النفق الفقرى	Vertebral canal
٢٩ . نقرات	Tapping
٣٠ . نقص التأكسج	Hypoxia
٣١ . نقطة مصدر	Source point
٣٣ . نقل الدم	Blood transfusion
٣٤ . النقل الفعال	Active transport
٣٥ . نقي العظم	Bone marrow
٣٦ . نقير	Hilus
٣٧ . نمط (ح : انماط)	Type
٣٨ . نهاية ، انتهاء	Termination
٣٩ . نهاية الانبساط	Late diastole
٤٠ . النواء	Megakaryocyte
٤١ . النواة	Nucleus
٤٢ . النواة الاسفينية	Cuneatus nucleus
٤٣ . النواة التركيبية	Geniculate nucleus
٤٤ . النواة الحمراء	Red nucleus
٤٥ . النواة الدهليزية	Vestibular nucleus
٤٦ . النواة دون المهاد	Subthalamic nucleus
٤٧ . النواة المذنبة	Caudate nucleus
٤٨ . النواة العائقة	Clastrum nucleus
٤٩ . النواة العدسية	Lentiform nucleus
٥٠ . النواة اللوزية	Amygdaloid nucleus

٥١ . النواة المسننة	Dentate nucleus
٥٢ . النواة الناحلة	Gracilles nucleus
٥٣ . نور ابينفرين	Norepinephrine
٥٤ . النوويدات	Nucleotides
٥٥ . النوية (ج : نويات)	Nucleolus
٥٦ . نيوستكين	Neostigmine

- هـ -

١ . هرم	Pyramid
٢ . هرمون جنب الدرقية	Parathyroid hormone
٣ . هرمون مضاد الابالة	Antidiuretic hormone
٤ . هستامين	Hıstamine
٥ . هستون	Hıston
٦ . هضبة	Plateau
٧ . هيبارين	Heparın
٨ . هيم	Heme
٩ . هياتوكسلين	Hematoxylin
١٠ . هيموغلوبين (خضاب الدم)	Hemoglobin
١١ . الهيولى	Cytoplasm
١٢ . هيولى الخلية العضلية	Sarcoplasm

- و -

١ . وارد	Afferent
٢ . وتر (ج اوتار)	Tendon
٣ . الوحدة الحركية	Motor unit
٤ . وحيدة	Monocyte
٥ . وذمة	Edema
٦ . الوذمة (الخزب)	Oedema

٧ . ورقات	
٨ . ورم	Tumor
٩ . وريد	Vein
١٠ . الوريد الاجوف	Vena cava
١١ . وصيل (وصائل)	Connecter
١٢ . وضع	Posture
١٣ . الوطاء	Hypothalamus
١٤ . الوظائف الانفعالية	Emotional functions
١٥ . وعاء	Vessel
١٦ . الوهن العضلي الوبيل	Myasthenia gravis

المصادر باللغة العربية

١ ـ تشريح وفسلجة الحيوانات الزراعية (جزأن) ـ تأليف ار . دى . فراندس ـ ترجمة الدكتور اسماعيل عجام ـ ١٩٨١ .

٢ ـ الخلية : تأليف الدكتور محمود حياوى .

٣ ـ علم الانسجة لطلبة الطب البشرى : تأليف : ايفلين هيوار ـ ترجمة الدكتور عبد الفتاح طبرة ـ ١٩٧٨

٤ ـ علم الانسجة (جزأن) ـ الدكتورة ماجدة عبد الرضا نوري ـ ١٩٨٢ .

٥ ـ علم القلب : تأليف د . غ ـ جوليان ـ ترجمة الدكتور عبد الاله احمد الجوادي ـ ١٩٨٤ .

٦ ـ فسلجة الجهاز العصبي (جزأن) ـ تأليف الدكتور صادق الهلالي ـ ١٩٧٢ .

٧ ـ قاموس حتي الطبي ـ تأليف الدكتور يوسف حتي ـ مكتبة لبنان ـ بيروت

٨ ـ الكيمياء الفسلجية : تأليف هارولد هاربر ـ ترجمة اعضاء هيئة تدريس ١٤٩٠ الطب تحرير الاستاذ الدكتور كنعان محمد جميل ـ ١٩٨٦ .

٩ ـ مبادئ علم التشريح ـ تأليف الدكتور عبد الرحمن محمود الرحيم والدكتور هاني طه العزاوي .

١٠ ـ مبادئ الفسلجة السريرية ـ تأليف جي ـ اج ـ كرين ـ ترجمة الدكتور ظافر ابراهيم الياسين ـ ١٩٨٠ .

١١ ـ المعجم الطبي الموحد ـ ١٩٨٣ ـ الطبعة الثالثة .

١٢ ـ معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية ـ احمد شفيق الخطيب ـ الطبعة السادسة ـ ١٩٨٤ .

١٣ ـ المورد قاموس عربي انكليزي ـ تأليف منير بعلبكي ـ نشر دار العلم للملايين .

١٤ ـ وظائف القلب ـ د . محمد جياد النعيمي ـ المترجم ١٩٨٧ ـ العدد الاول ـ (٣١ ـ ٣٢) .

المصادر الاجنبية

REEREN CES

1- A"SH.ALKHAT

A new Dictio.ar\ of scientific and technical terms.

2- Anderson

Clinical Anatomy and physiology for Allied Health science.

3- B.L. Andrew

Experimental physiology

Eighth edition.

4- Berne and Leavy

Physiology.

5- Best and Taylor

The physiological basis of medical practice.

6- Birke, Norberg and plantin

Physiology and pathophysiology of plasma protein metabolism.

7- Bowsher

Introduction to the anatomy and physiology of the nervous system third edition.

8- Breazile

Textbook of veterimary phsiology.

9- B.H. Brown and R.H. Smallwood.

Medical physics and phsiological measurments - (1981) - Blackwell scientific publications.

10- Chaffe

Basic physiology and anatomy laboratory mannual

Third edition revised.

11- Coaffe

Basic physiology and anatomy laboratory mannual

Third edition revised.

11– Cotes

Lung Function

Assessment and application in medicine four edition.

12 – Davis. Holtz. Davis

Conceptual Human Physiology.

13 – Dienhort

Basic human anatomy and physiology.

14 – Francons and Jacod

Elements of anatomy and physiology.

15 – Ganonge

Review of medical physiology 10th edition.

16 – Gibson

A Guide to the Nervous System.

17 – Gibson

Human biology

Elementary anatomy and physiology for students and nurses.

18 – Gibson

Modern physiology and anatomy for nurses.

19 – Grant

Grant's atlas of amatomy.

20 – Green

An introduction to human physiology.

21 – Green

Basic clinical physiology.

22 – Green span. Gippinges

Physiology review.

23 – Grollnar

The human body

its structure and physiology.

24 – Guyton

Text book of medical physiology 1986.

25 – Harper

Review of physiological chemistry.

26 – Harns

Clinical respiratory physiology.

27 – Hillis

Gas transfer in the lung.

28 – Horrobin

Essential physiology

29 – Jacob, Francone, Lassow

Structure and Function in human

30 – Jacobe, Francone

Elements of anatomy and physiology.

31 – King and showers.

Hunman anatomy and physiology.

32 – Leading ham

Jamicson and kay's

Text book of surgical physiology

33 – Lipplod and winton

Human physiotogy

34 – Maclean

The differentiation of cells.

35 – Mcclintic

Physiology of the Human body.

36 – Mcnaught and Callander illustreated physiology.

37 – F. Melechers K. Rajewsky

the Immune system.

38 – Moran and campbell

Clinical physiology.

39 – Noble

The Initiaation of the heart beat.

40 – Ogston, Bennett

Haemostasis, Biochemistry, Physiology and pathology.

41 – Roddie, Wallace

Multiple choice question in human phsiology with

ansers and comments.

42 – Samson wrigh's

Applied physiology.

43 – Schoffeniels, G–Franck

D–B. Towers – L – Hertz

Dynamic proporties of glia cell

44 – Selkurt

physiology – Fifth edition.

45 – Stand

Modern physiology the chemical and structural basis

of function.

46 – Talaat

Experimental physiology.

47 – Taverner

Physiology for nurses.

48 – Taylor

Basic physiology and anatomy.

49 – Tortora and Anagnostakos

Principles of anatomy and physiology.

50 – Tortora – Anagnostakos – Tallitsch laboratory exercise

in anatomy and physiology.

51 – Tuttle and Schottelius

Winton and Bayliss

Text book of physiology.

52 – Warwick

Elementary anatomy and physiology.

53 – Wesson, G. M. Fanelli, Jr.

Recent Advances in renal phsiology and pharmacology.

54 – West

respiratory physiology the essentials.

55 – West and Taylor's

Physiological basis of medical Practice.

56 – Williams, Beutler, Erslev, Rundles

Hematology.

محتويات الكتاب

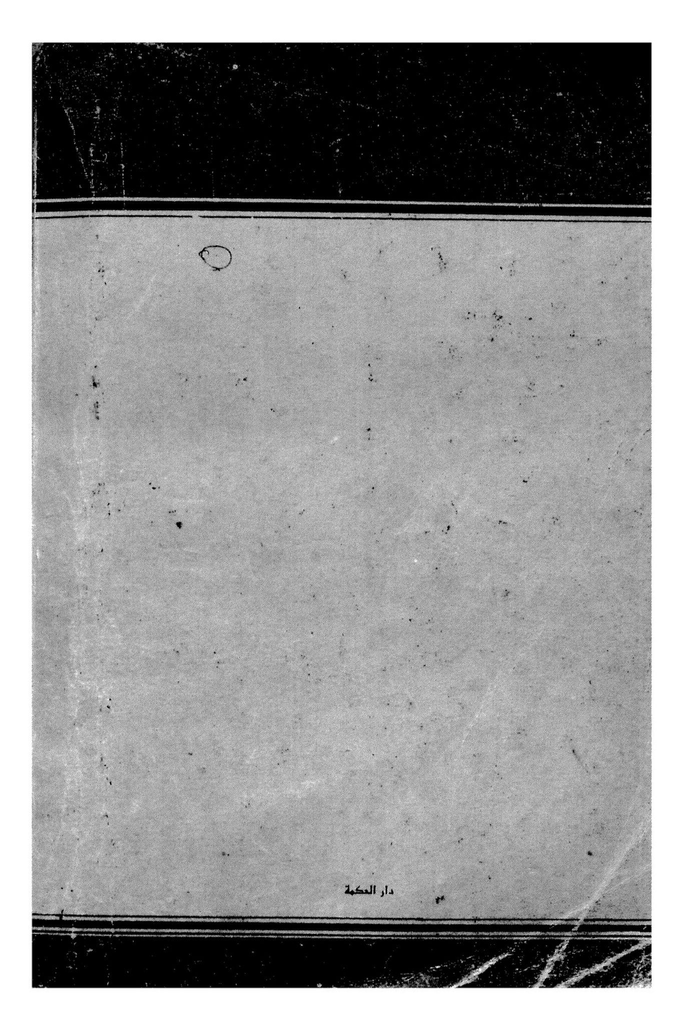
الموضوع	الصفحة

الموضوع الصفحة

الموضوع	الصفحة

مطبعة دار الحكمة
بغداد

: رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد ١٤٢ لسنة ١٩٩١


دار الحكمة